

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO FIN DE CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Integración de un centro de transformación de
servicios auxiliares de turbinas
en una central térmica

AUTOR: Daniel Maestro Juárez

TUTOR: Pablo Ledesma Larrea

Madrid, 15 de Octubre de 2009

ÍNDICE

RESUMEN DEL PROYECTO	5
AGRADECIMIENTOS	6
INTRODUCCIÓN	7
ALTERNATIVAS DE DISEÑO GENERAL DE LA INSTALACIÓN	12
ALCANCE Y OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	18
MEMORIA	22
1. ANTECEDENTES	23
2. JUSTIFICACIÓN	23
3. OBJETO	23
4. EMPLAZAMIENTO	23
4.1. Localización	23
4.2. Accesos	23
5. CONDICIONES AMBIENTALES	24
6. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN	24
7. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	25
7.1. Transformadores MT/BT (TSA1-CT y TSA2-CT)	25
7.2. Cabinas de BT (CBT-CT)	25
7.3. Transformador BT/BT (TCA-CT)	25
7.4. Centro de distribución de fuerza y alumbrado (CFA-CT)	26
7.5. Cuadros de servicios interiores de corriente alterna y corriente continua (CAI-CT y CCI-CT)	26
7.6. Armario de PLC's	26
7.7. Equipos eléctricos diversos	26
8. NIVELES DE TENSIÓN	27
8.1. Sistema de 15 kV	27
8.2. Nivel de 400 V	28
8.3. Sistema de Corriente continua (125 Vcc)	28
9. NIVELES DE AISLAMIENTO	29
9.1. Sistema de 15 kV	29
9.2. Sistema de 400 V	29
9.3. Sistema de 125 Vcc	29
10. ESQUEMAS ELÉCTRICOS UNIFILARES	30
11. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS	31
11.1. Transformadores MT/BT (TSA1-CT y TSA2-CT)	32
11.1.1. Características Generales	33
11.1.2. Instrumentación de control y protección	34
11.1.3. Intercambio de señales con el Sistema de Control de la Central	34
11.2. Cables de 15 kV	35
11.3. Conjunto Cabinas BT (CBT-CT)	35
11.3.1. Cabinas	36
11.3.2. Barras de Potencia	36
11.3.3. Interruptores	37
11.3.4. Transformadores de medida y protección	38
11.3.5. Relés de protección	40
11.3.6. Intercambio de señales con el DCS	41
11.3.7. Relés auxiliares	43
11.3.8. Mando y señalización	43
11.4. Transformador BT/BT (TCA-CT)	44

11.4.1.	Características generales	45
11.4.2.	Instrumentación de control y protección	46
11.5.	Centro de distribución de fuerza y alumbrado (CFA-CT).....	46
11.5.1.	Cuadros.....	46
11.5.2.	Barras de potencia.....	47
11.5.3.	Interruptores	47
11.5.4.	Transformadores de medida y protección	48
11.5.5.	Relés de protección.....	49
11.5.6.	Equipos de medida y visualización	49
11.5.7.	Intercambio de señales con el DCS	49
11.5.8.	Mando y señalización	50
11.6.	Cuadros de Servicios Interiores del Centro de Transformación	50
11.6.1.	Cuadro de Servicios Interiores de corriente alterna (CAI-CT).....	51
11.6.2.	Cuadro de Servicios Interiores de corriente continua (CCI-CT)	52
11.7.	Sistema de detección de incendios del Centro de Transformación.....	52
11.8.	Sistema de extracción mecánica del Centro de Transformación	53
11.8.1.	Sistema de extracción de la caseta del Centro de Transformación	53
11.8.2.	Sistema de extracción en las Cabinas de los transformadores MT/BT	54
11.9.	Alumbrado del Centro de Transformación	54
11.9.1.	Alumbrado exterior de la caseta del Centro de Transformación	54
11.9.2.	Alumbrado interior de la caseta del Centro de Transformación.....	55
11.10.	Sistema de fuerza en interior de caseta del Centro de Transformación	56
11.11.	Cargas de consumo	57
11.11.1.	Cargas en Centro de fuerza y alumbrado	57
11.11.2.	Demanda total en Centro de fuerza y alumbrado.....	59
11.11.3.	Cargas de consumo en Cabinas de BT	59
11.11.4.	Demanda total en Centro de Transformación	61
11.12.	Cables de BT	62
11.13.	Canalizaciones y bandejas de cables	64
11.14.	Sistema de Puesta a Tierra.....	66
11.15.	Control, mando y protecciones	68
12.	ANEXOS A LA MEMORIA	70
12.1.	Esquemas eléctricos Unifilares.....	70
12.2.	Cálculos justificativos	77
PLANOS.....		78
PLIEGO DE CONDICIONES		80
1. OBJETO		81
2. DISPOSICIONES GENERALES		81
2.1.	Seguridad en el trabajo.....	81
2.2.	Condiciones facultativas legales.....	81
2.3.	Condiciones para la ejecución por contrata	82
3. CONDICIONES PARTICULARES DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS		82
4. CONDICIONES PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ..		83
4.1.	Alcance del Suministro	83
4.1.1	Material de puesta a tierra	83
4.1.2	Material de tendido de cables	83
4.1.3	Pruebas en el sitio	84
4.1.4	Trabajos de montaje.....	84
5. CALIDAD.....		86
6. RECEPCIÓN DE LA OBRA		86
6.1.	Recepción provisional	86
6.2.	Recepción definitiva	87

PRESUPUESTO	88
CAPÍTULO I: Transformadores MT/BT	89
CAPÍTULO 2: Equipos Principales de BT del CT-SAT	90
CAPÍTULO 3: Cables de MT	91
CAPÍTULO 4: Cables de BT	91
CAPÍTULO 5: Sistema de Puesta a Tierra	92
CAPÍTULO 6: Equipo diverso	92
CAPÍTULO 7: Ingeniería y montaje	92
CAPÍTULO 8: Varios	93
RESUMEN GENERAL DE PRECIOS	94
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	95
1. OBJETO	96
2. CAMPO DE APLICACIÓN	96
3. MEMORIA DESCRIPTIVA	96
3.1. Aspectos generales	96
3.2. Identificación de riesgos	97
<i>3.2.1 Descripción e identificación de los riesgos</i>	<i>97</i>
3.3. Medidas de prevención para evitar riesgos	99
3.4. Protecciones	101
<i>3.4.1 Ropa de trabajo</i>	<i>101</i>
<i>3.4.2 Equipos de protección</i>	<i>101</i>
<i>3.4.3 Equipos de Protección Individual (EPI)</i>	<i>101</i>
<i>3.4.4 Equipos de primeros auxilios</i>	<i>102</i>
<i>3.4.5 Equipos de protección contra incendios</i>	<i>102</i>
3.5. Características generales de la obra	102
<i>3.5.1 Descripción de la obra y situación</i>	<i>102</i>
<i>3.5.2 Suministro de energía eléctrica</i>	<i>102</i>
<i>3.5.3 Suministro de agua potable</i>	<i>102</i>
<i>3.5.4 Servicios higiénicos</i>	<i>103</i>
3.6. Aviso previo del comienzo de los trabajos de la Autoridad Laboral	103
3.7. Medidas de seguridad específicas para cada una de las fases más comunes en los trabajos a desarrollar	103
4. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES	103
4.1. Normas Oficiales	103
4.2. Normas de la Propiedad	104
4.3. Previsiones e informaciones útiles para trabajos posteriores	104
5. ANEXOS	105
5.1. Riesgos y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo..	105

RESUMEN DEL PROYECTO

La ampliación de la capacidad de generación de una central térmica mediante la integración de nuevas turbinas de gas lleva asociada la realización de múltiples proyectos interdisciplinarios de menor entidad que el de la propia integración de las turbinas, que dan soporte al proyecto de ampliación de la central.

Dentro de estos proyectos de menor entidad, el problema de garantizar el suministro eléctrico de los servicios auxiliares de las turbinas requiere de un estudio específico debido a su especial importancia, pues la indisponibilidad de los servicios auxiliares de una turbina puede provocar consecuencias indeseables tanto a nivel de explotación en la central como a nivel de la propia máquina. En este sentido, la cobertura del suministro de los servicios auxiliares de una turbina se suele garantizar mediante tres vías independientes, de tal forma que se garantice dicho servicio.

De las tres vías de alimentación que suelen emplearse, dos de ellas se integran en el propio conjunto turbo-alternador, una de ellas con carácter prioritario de funcionamiento y la otra en condiciones de emergencia excepcionales.

La tercera vía de alimentación a los servicios auxiliares de una turbina debe ser proporcionada desde el exterior del conjunto turbo-alternador y comúnmente es denominada “alimentación de respaldo de servicios auxiliares”. Esta alimentación es de especial importancia en condiciones de inicio de la secuencia de arranque de turbina o en ciertos modos de acoplamiento de la turbina a la red eléctrica.

El objeto principal de este proyecto consiste en el diseño de un centro de transformación desde el que se proporcionen las diversas alimentaciones de respaldo a los servicios auxiliares de las turbinas existentes en la Central Térmica de Ibiza, así como a las futuras turbinas que van a ser integradas en dicha Central a corto y a medio-largo plazo.

En este proyecto se realiza la definición, descripción y el dimensionamiento de la instalación eléctrica que es necesario llevar a cabo para la implantación de dicho centro de transformación de servicios auxiliares de turbinas en la Central Térmica de Ibiza. En la memoria y en sus anexos se recopilan los diversos estudios y cálculos, especificaciones técnicas de equipos y planos necesarios para poder realizar dicha integración y que ésta pueda ser aprobada por la administración.

AGRADECIMIENTOS

Hace ya demasiados años que empecé esta aventura de la Universidad, y durante todo este tiempo siempre he tenido el apoyo de numerosas personas que han hecho que esta etapa de mi vida haya sido más llevadera y divertida.

Es por ello, que quisiera aprovechar esta pequeña oportunidad para agradecer todo ese apoyo que he recibido y sin el cual, hoy la presentación de este proyecto de fin de carrera no hubiese podido llevar a cabo.

Quisiera empezar estos agradecimientos con mi tutor de proyecto, Pablo Ledesma, no sólo por su inestimable ayuda y consejos en la realización del mismo, si no por los conocimientos que impartiendo sus asignaturas me ha transmitido, los cuales aplico día a día en mi trabajo.

A los profesores que me han impartido clase, los cuáles han hecho posible que adquiriese todos los conocimientos técnicos de los que hoy dispongo.

A mis compañeros de trabajo de NIPSA, en especial a Daniel y a Álvaro por todos los consejos que me han dado, por lo que me han enseñado y por la ayuda de Álvaro con el Autocad.

A mis compañeros de Tetrapak, que durante ocho años consiguieron sacarme una sonrisa, a las cuatro de la mañana, un martes cualquiera.

A todos mis amigos de la Universidad, porque después de tanto tiempo juntos la palabra compañeros se queda pequeña. Gracias a todos, porque sin orden de prioridad alguno os quiero dar las gracias a todos. Gracias Carlos, Luis, Nando, Willy, Vero, Omar, Juanma, Dani, Elena, Jaime.

A mis amigos de siempre, porque todo este tiempo han seguido estando ahí.

A Mónica, porque sólo tú sabes la ilusión que me hace decirte que por fin he visto la luz al final del túnel.

Pero sobre todo, quiero agradecer y dedicar este Proyecto a mi familia. En especial a mi hermana y a mis padres, porque sin ellos no habría podido ni siquiera empezar lo que ahora estoy terminando. Por todo su cariño, esfuerzo, ánimo y apoyo. Porque ellos han sido y son mi aliento y porque mi mayor ilusión es devolverles todo el cariño y apoyo que me han dado siempre.

INTRODUCCIÓN

La realización de este Proyecto de Fin de Carrera *Integración de un centro de transformación de servicios auxiliares de turbinas en una central térmica*, ha sido fruto de un trabajo que se ha desarrollado durante 10 meses, aproximadamente, para una gran compañía eléctrica en el seno de la empresa Ingeniería, Estudios y Proyectos NIP, S.A. El trabajo ha consistido en la resolución de un proyecto real para la Central Térmica de Ibiza.

Se trata por tanto, de un proyecto industrial de carácter eminentemente práctico y de especial interés eléctrico en el que han sido aplicados, por un lado, la experiencia adquirida en la participación en otros proyectos anteriores en la empresa, y por otro, los conocimientos adquiridos en la titulación de Ingeniería Industrial y especialmente en el área de Ingeniería Eléctrica.

El objetivo principal del proyecto consiste en el diseño de un centro de transformación que preste suministro a los servicios auxiliares (SS.AA.) de las distintas turbinas instaladas en la central. La necesidad de este nuevo centro de transformación proviene de una ampliación que se está realizando en la central desde dos a siete turbinas, lo que elevará el consumo de los SS.AA.

Estos SS.AA. son todos aquellos servicios que, no perteneciendo al sistema principal del proceso del turbo-alternador, posibilitan el correcto funcionamiento del conjunto conforme a sus condiciones físicas constructivas. Por tanto, la cobertura de estos servicios debe garantizarse en todo momento para asegurar el correcto funcionamiento de la turbina en cualquier modo de operación.

Dichos SS.AA. están asociados tanto a elementos mecánicos como eléctricos, tal y como se muestra en el diagrama de bloques de un conjunto turbo-generator:

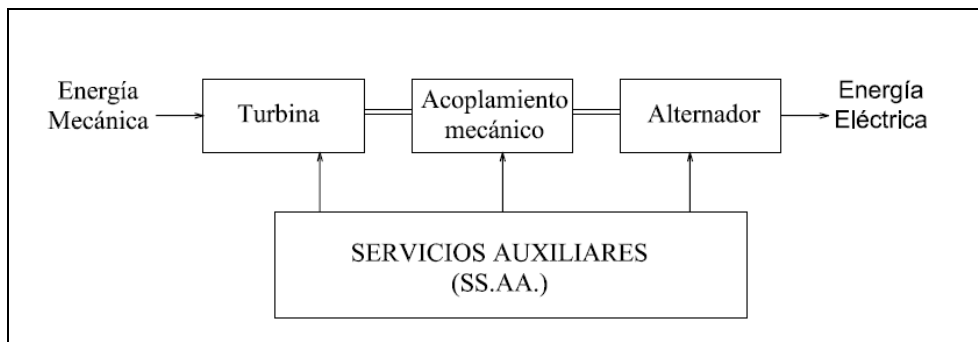


Figura 1 : Diagrama de bloques, simplificado, de un turbo-generator

Los principales SS.AA. asociados a una turbina de 50MW, como las existentes en la Central Térmica de Ibiza, son los siguientes:

- Sistemas de lubricación.
- Sistemas de refrigeración.
- Sistemas de inyección de combustible.
- Sistemas de excitación principal.
- Sistemas de control de la turbina.

- Sistemas de protección.
- Sistemas de alumbrado y fuerza en el área de ubicación de la turbina.

Todos estos sistemas, en mayor o menor grado de complejidad, requieren de energía eléctrica para su funcionamiento. Por tanto, requieren una alimentación segura y continua del suministro para garantizar una correcta explotación de la turbina en cualquier situación de trabajo de la misma.

La siguiente figura muestra de forma ilustrativa el procedimiento empleado antes de este proyecto para dar servicio al Cuadro de Control de Motores (CCM) desde el que se distribuyen las distintas alimentaciones de los SS.AA. de una turbina perteneciente a la Central Térmica de Ibiza.

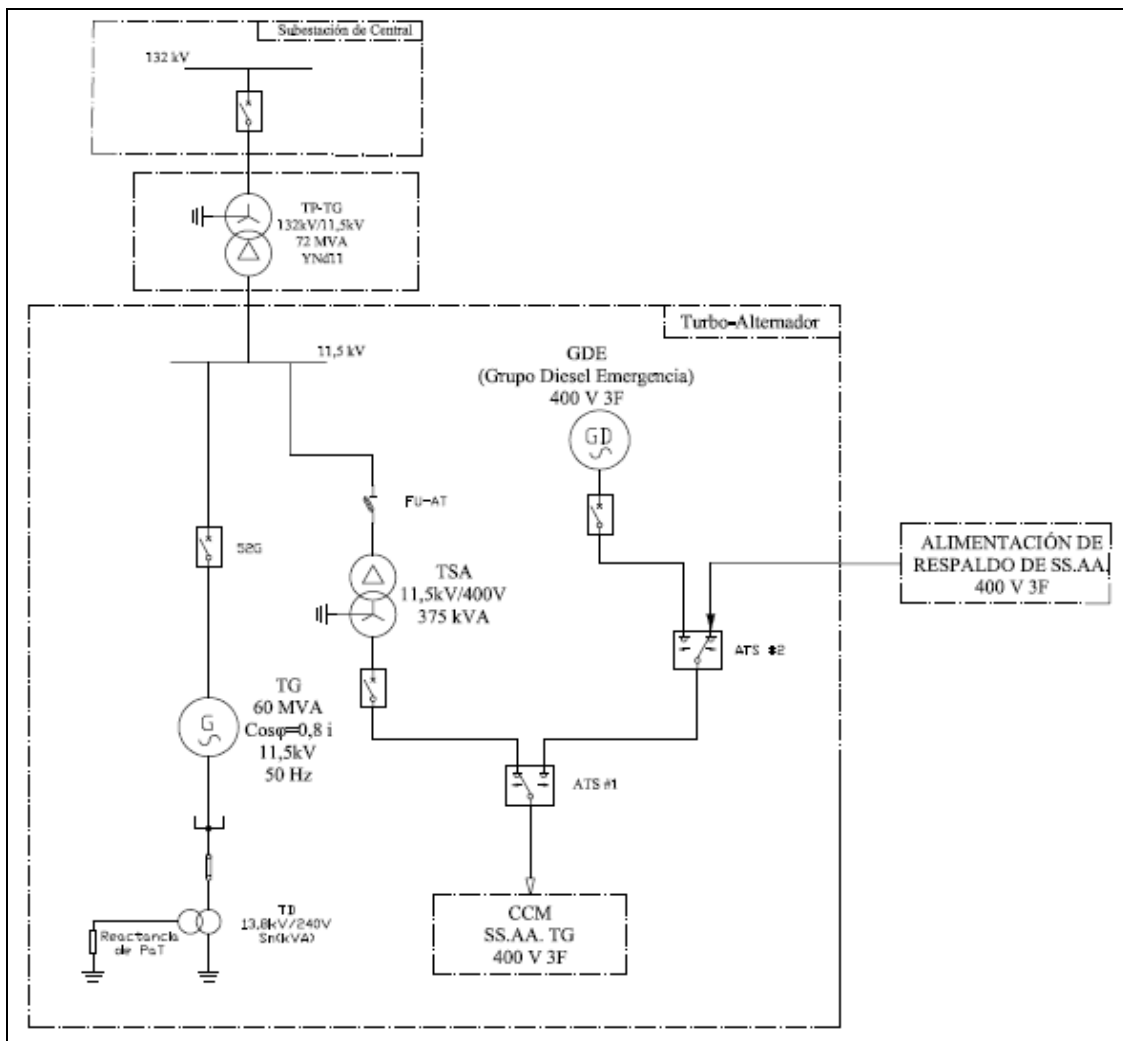


Figura 2: Alimentación de CCM de SS.AA. de una turbina

En la anterior figura puede apreciarse el carácter esencial y primordial de los Servicios Auxiliares de una turbina, ya que estos pueden ser alimentados por tres “camino” distintos, cuyo orden de prioridad es el siguiente:

1. Desde las propias barras de generación del turbo-generador, a través de un transformador de SS.AA. que se integra dentro del suministro desde el conjunto

turbina-alternador. Ello garantiza la alimentación mientras el grupo funciona, salvo avería en el transformador de potencia.

2. Desde la denominada “alimentación de respaldo de SS.AA.”, útil para mantener servicios básicos con la máquina parada o durante el inicio de la secuencia de arranque. El diseño del centro de transformación que prestará esta alimentación de respaldo es el objetivo de este proyecto.
3. Mediante el “grupo diesel de emergencia”, también integrado en el suministro del conjunto turbina-alternador.

En cualquier caso, y como puede comprobarse en la misma figura, los distintos equipos eléctricos pertenecientes a los SS.AA. funcionan siempre a un nivel de BT.

Durante el funcionamiento normal de la turbina, el suministro de los SS.AA. se realiza preferentemente a través de las barras de generación, y en caso de que no sea posible se realiza a través de la alimentación de respaldo.

Durante la maniobra de arranque, el camino elegido para el suministro de los SS.AA. depende del nivel de tensión al que se realice el acoplamiento a red:

- Si el acoplamiento se realiza a media tensión (11,5 kV), el suministro se realiza preferentemente desde las barras de generación. Éste es el método habitual de acoplamiento.
- Si el acoplamiento se realiza a alta tensión (132 kV), el suministro debe realizarse desde la alimentación de respaldo, puesto que las barras de generación no están conectadas a red hasta que se produce el acoplamiento.

En este sentido, podría pensarse que con el grupo diesel de emergencia se podría cubrir esta maniobra de acoplamiento, y por lo tanto no sería necesaria la alimentación de respaldo. Si bien esto es cierto, debe tenerse en cuenta que no es aconsejable mantener el grupo diesel en activo cuando el turbo-generador esté en parada o en *stand-by*, porque en estas condiciones la carga que demandan los SS.AA. es reducida. Por ello el grupo diesel sólo se utiliza para realizar la maniobra denominada *arranque en negro*, que consiste en el arranque de la turbina ante ausencia total de tensión en Barras de Central. La alta flexibilidad para funcionar a muy baja carga (con muy buena regulación), de los turbo-generadores de la central permite su utilización como máquinas de referencia para participar en la reposición de servicio después de un “cero” general.

Una vez explicadas, grosso modo, las distintas posibilidades y circunstancias de alimentación de los SS.AA., es posible apreciar la conveniencia de dotar a los SS.AA. de cada turbina con una alimentación de respaldo. Dicha alimentación deberá ser capaz de suministrar la potencia demandada por el conjunto de SS.AA. en el modo de funcionamiento de la turbina más desfavorable, que se produce en condiciones de arranque con activación de los sistemas auxiliares, desde máquina parada a máquina lanzada a velocidad de sincronismo. En estas condiciones el índice de simultaneidad es máximo y el factor de carga máximo se alcanza en la punta de arranque.

Si se tiene en cuenta que en el caso de una turbina como las existentes en la Central de Ibiza, la demanda de los SS.AA. en condiciones de arranque puede llegar a ser del orden de 300 kVA, y que estos operan a un nivel de tensión de 400 V, es fácil comprobar que para cubrir dicha demanda, se requieren más de 430 A, de acuerdo a la expresión (1).

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{300 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ kV}} = 433 \text{ A} \quad (1)$$

donde,

- S: Potencia aparente.
- U: Tensión de servicio.
- I: Intensidad.

Por tanto, en caso de realizar la alimentación de respaldo de los SS.AA. desde un cuadro de BT de Central, éste debería disponer de una salida de alimentación de más de 433 A. Ello requeriría dotar a dicha salida con unos interruptores de al menos 630 A, que es el valor normalizado inmediatamente superior al de 433 A. Si a la anterior situación le añadimos la circunstancia adicional de que la central va a aumentar su capacidad en cinco turbinas más, además de las dos existentes en la actualidad, se hace difícil disponer en los distintos cuadros de central de las alimentaciones requeridas. En este sentido, conviene señalar que la ampliación de dos a siete turbinas supera ampliamente la provisión de reserva que se realizó en el diseño original de la central.

Para resolver el problema de dar cobertura eléctrica a los distintos SS.AA. de las turbinas que van a ser integradas en la Central Térmica de Ibiza se ha recurrido en este proyecto a la disposición de un Centro de Transformación, específico, destinado para tal fin.

De esta forma, se posibilita centralizar todas las alimentaciones de SS.AA. de las nuevas turbinas que van a integrarse en la central y, además, se puede aprovechar la posibilidad de dar servicio a otros consumos complementarios tales como los equipos contra-incendios de la central, circuitos de alumbrado, de fuerza, etc. Además, el nuevo centro de transformación permite aumentar la capacidad de suministro en BT ante posibles ampliaciones futuras de la central.

Finalmente, a modo ilustrativo, se muestra de forma esquemática el escenario resultante que se obtendrá tras la integración del nuevo centro de transformación en la central:

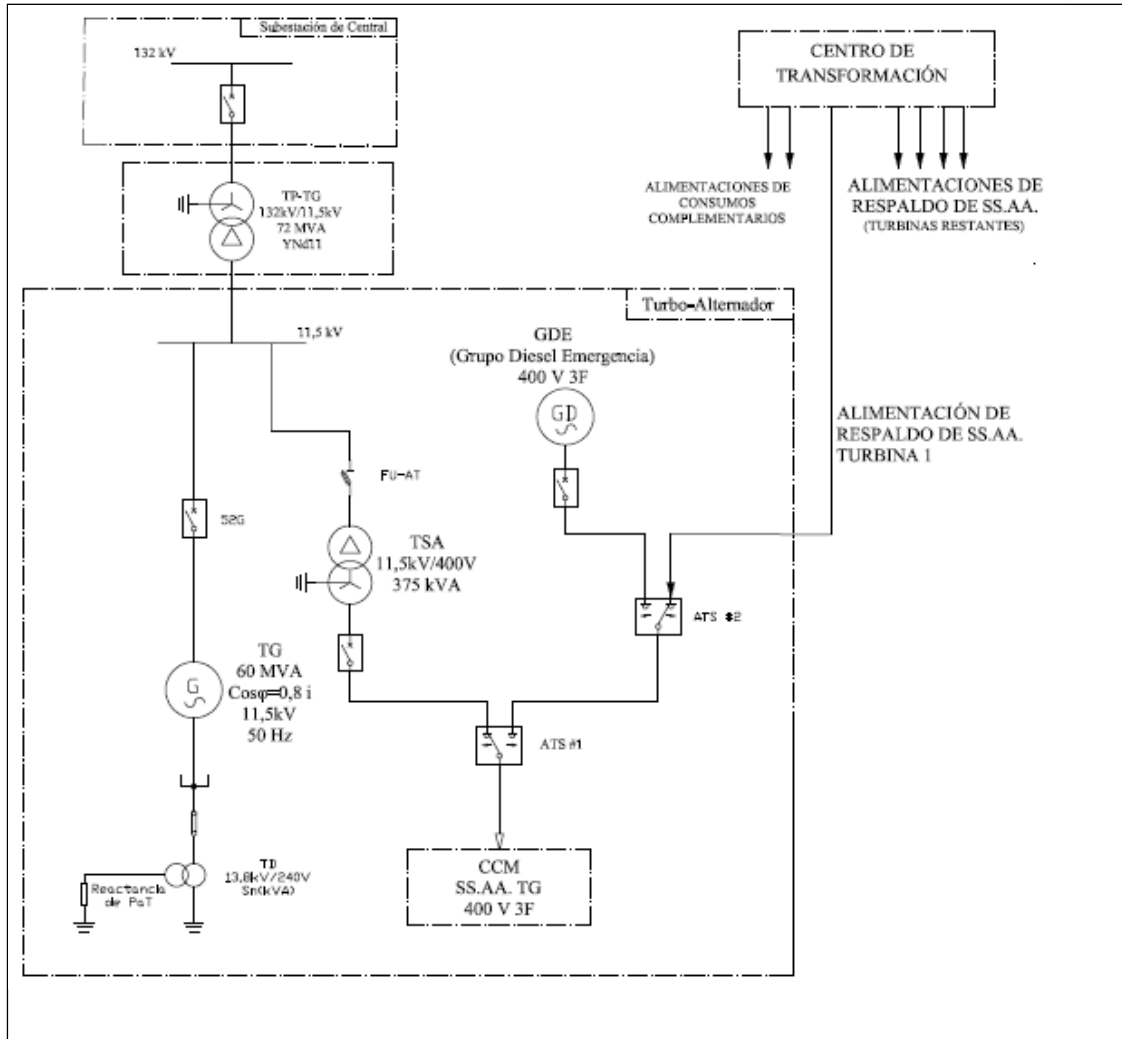


Figura 3: Situación tras integración de Centro de Transformación

ALTERNATIVAS DE DISEÑO GENERAL DE LA INSTALACIÓN

El nuevo centro de transformación de SS.AA de turbinas (CT-SAT) que va a ser integrado en la Central Térmica de Ibiza dará servicio a distintas alimentaciones de BT de la Central. Algunas de ellas serán de carácter prioritario, como en el caso de los SS.AA de turbinas de gas y de los equipos principales de contra-incendios, ubicados en proximidad. Otras serán alimentaciones complementarias de menor consumo, tales como servicios de alumbrado, fuerza y equipos secundarios del edificio contra-incendios.

Para poder ofrecer dicho servicio, el centro de transformación deberá ser capaz de transformar la energía procedente desde las Barras de MT 15 kV de la subestación de central, Ibiza II, a las que se conectará, hasta los siguientes niveles de BT, en Barras de BT del nuevo CT-SAT:

- 400 V para alimentaciones trifásicas de fuerza.
- 400 V para alimentaciones trifásicas auxiliares de menor entidad.
- 230 V para alimentaciones monofásicas auxiliares, de menor entidad.

Esta circunstancia hace que sea necesario plantearse una topología de la instalación que por un lado sea capaz de garantizar la continuidad del servicio en el CT-SAT, y que por otro tenga en cuenta los diferentes órdenes de magnitud entre los distintos servicios que van a ser cubiertos desde el centro de transformación. La solución adoptada debe permitir la integración de una instalación técnicamente válida, de fácil integración y factible de ser realizada mediante aparellaje comercial usual en mercado.

Para ello, en una fase preliminar del Proyecto se han analizado distintas topologías posibles de la instalación para seleccionar la más adecuada y posteriormente desarrollarla.

El centro de transformación se conectará a Barras MT de 15 kV de la subestación de central, Ibiza II. Dicha subestación está configurada en topología de Barra Simple, por lo que se han valorado tres alternativas posibles para configurar la topología del centro de transformación:

➤ Topología 1: Alimentación Simple

Corresponde a la topología más sencilla posible, consistente en un único transformador de una capacidad nominal, S_n , mayor que la demanda, S_q , de los servicios que van a ser cubiertos desde el centro de transformación.

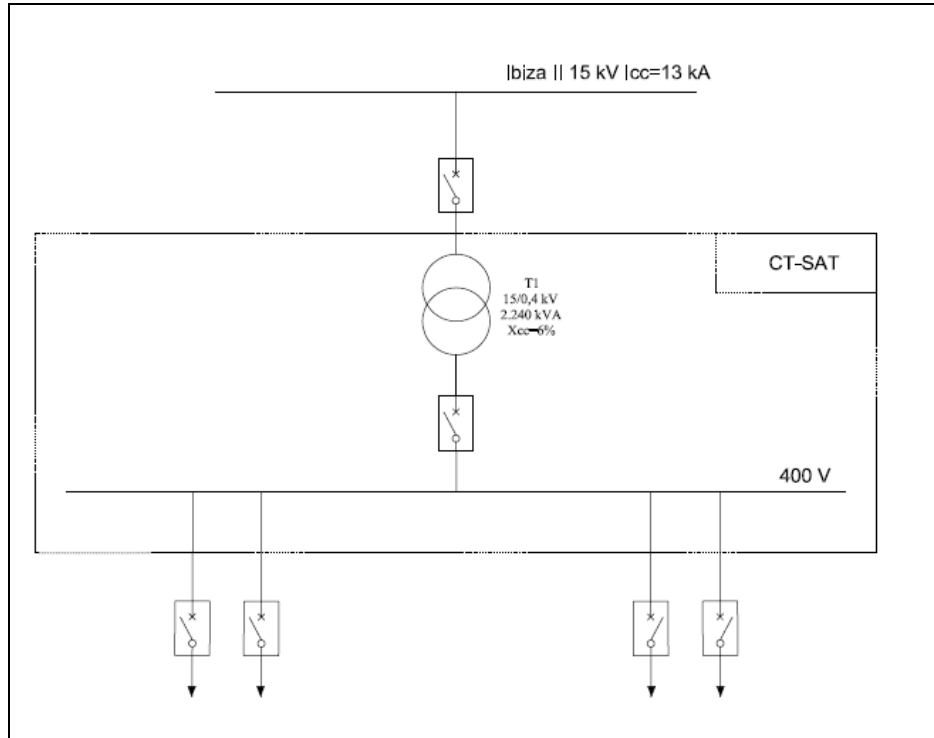


Figura 4: Topología de Alimentación Simple

Esta topología presenta la ventaja de su sencillez y su bajo coste por el empleo de un único transformador, pero presenta ciertas desventajas como:

- No se garantiza la continuidad del servicio en el centro de transformación en caso de avería o mantenimiento del transformador, lo cual resulta desaconsejable debido al carácter prioritario de las alimentaciones que van a ser cubiertas desde el centro de transformación.
- En caso de falta en distribuciones de salida, si ésta tuviese que ser despejada por el interruptor de acometida al centro, al ser barra única, se quedaría sin servicio el centro de transformación.

Asimismo, existe una desventaja muy importante asociada a esta topología. Debe tenerse en cuenta que existen unas diferencias importantes en los órdenes de magnitud de los distintos servicios a alimentar desde el Centro de Transformación, alimentaciones de 800 A para SS.AA. de turbinas frente a alimentaciones de 32 A para alimentaciones de alumbrado, o incluso de 6 A para alimentaciones de caldeo. Esta circunstancia implicaría emplear un aparellaje incoherente, al tener que dotar a dichas alimentaciones minoritarias de interruptores de protección de alto poder de corte y bajo valor nominal. Esto supondría la imposibilidad de encontrar, en algunos casos concretos, dicho aparellaje. Por ejemplo un magnetotérmico de 6 A con poder de corte de 70 kA.

➤ Topología 2: Alimentación redundante o configuración 2x100%

Corresponde a una topología basada en dotar al embarrado de BT del Centro de Transformación de una alimentación redundante, mediante dos transformadores análogos, cada uno de los cuales tiene la capacidad suficiente para suministrar la totalidad de la potencia demandada al Centro de Transformación.

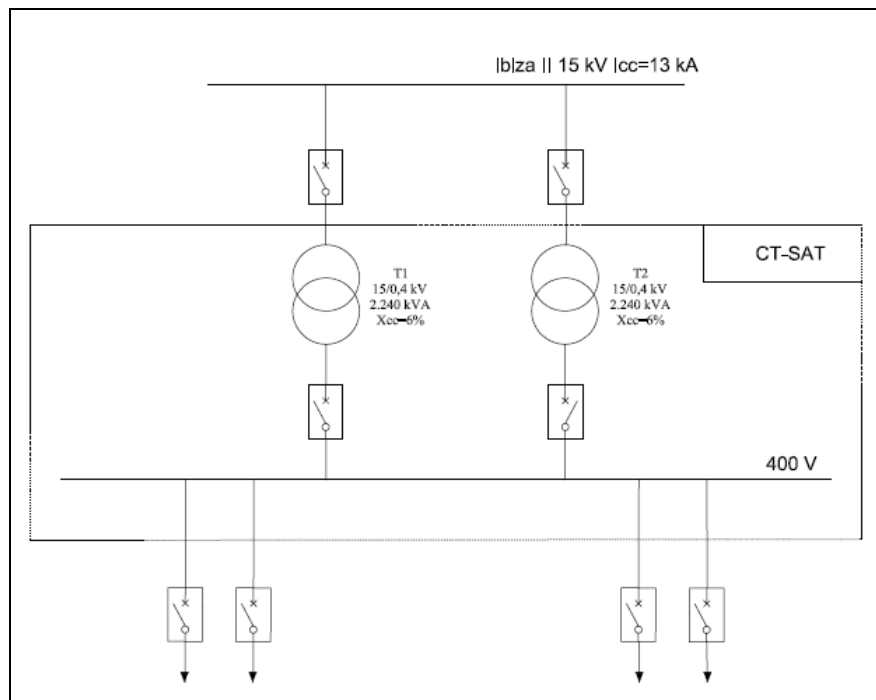


Figura 5: Topología de Alimentación redundante.

- Si se emplea esta topología se observa que, en condiciones nominales de explotación, los transformadores trabajarían acoplados de forma que cada uno de ellos trabajase a media carga. En caso de avería o fallo de un transformador, el otro sería capaz de hacer frente a la demanda que se exige al centro de transformación.
- Por otro lado, si se produjese una falta en distribuciones de salida, o en barras, se anularían todas las salidas por apertura de interruptores de acometida.
- Si bien esta topología, respecto a la anterior, soluciona el problema de continuidad del servicio del centro de transformación, por el contrario acentúa más el problema del nivel de cortocircuito existente en el embarrado de BT pues el empleo de dos transformadores acoplados en paralelo hace que exista mayor nivel de cortocircuito en dicho embarrado.

- Topología 3: Alimentación redundante + Barra seccionada con lógica de interruptores 2 de 3.

Es una topología consistente en una alimentación redundante (2x100%) en la que el embarrado del centro de transformación se encuentra seccionado en dos semibarras mediante interruptor de acoplamiento, en las que se reparte de forma aproximadamente simétrica la carga total del centro de transformación.

En esta topología se establece mediante enclavamiento mecánico de los interruptores en juego, los dos de acometida y el de acoplamiento, una lógica de conmutación entre ellos que impide que los transformadores trabajen en paralelo, o lo que es lo mismo que puedan estar cerrados los 3 interruptores simultáneamente.

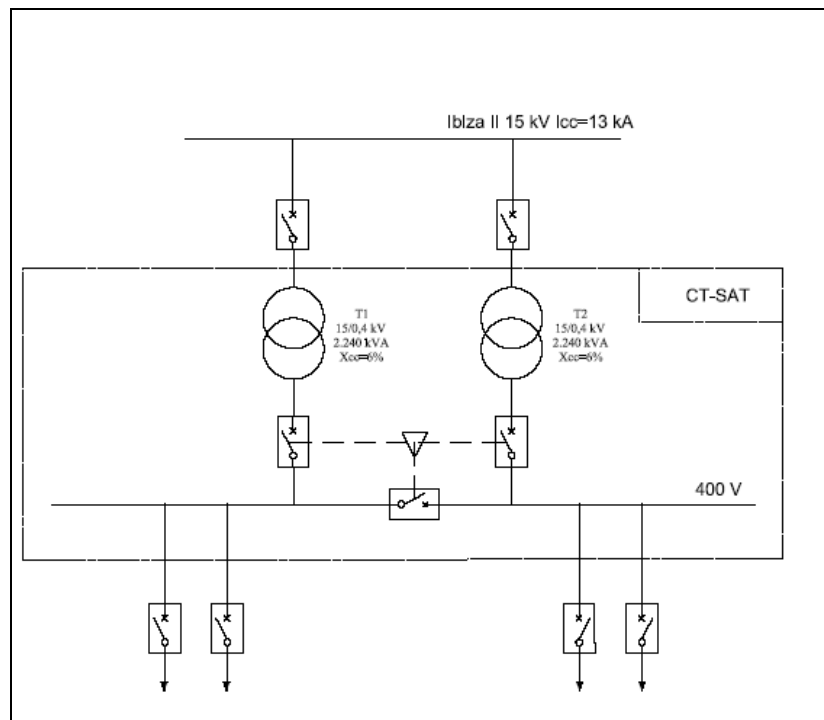


Figura 6: Topología de alimentación redundante + Barra seccionada

De esta forma:

- Debido a la alimentación redundante se garantiza la continuidad del suministro del centro de transformación, en caso de falta de uno de ellos, o puesta fuera de servicio, a través de acoplamiento.
- El empleo de enclavamientos y de la lógica de conmutación entre interruptores, impide que los transformadores trabajen en paralelo, por lo que el nivel de cortocircuito en el embarrado principal del centro de transformación será similar al que existiría en caso de que sólo hubiese un transformador.
- Si se distribuyen las cargas del centro de transformación de forma simétrica entre las dos semibarras del embarrado principal, en condiciones nominales de explotación el interruptor de acoplamiento se encontrará abierto. De esta forma

cada transformador alimentará a una semibarra, trabajando a media carga, en condiciones favorables.

- En esta condición no puede producirse acoplamiento entre transformadores.

Es por ello que ésta ha sido la topología que finalmente ha sido llevada a la práctica a la hora de integrar el cuadro principal de fuerza del centro de transformación de SS.AA. de turbinas.

Una vez determinada la configuración del cuadro de fuerza principal, debe hacerse una consideración relativa a los consumos de menor orden. Por una parte se precisa disminuir su corriente de cortocircuito, y por otra parte conviene desacoplar ambos sistemas, en la medida de lo posible, para que no tengan afección entre sí en caso de falta en uno de ellos.

Es por ello que se adopta la solución de incluir un transformador BT/BT de relación de transformación unitaria, con potencia ajustada a consumo.

En principio y por no ser cargas comprometidas o importantes, no se plantean alternativas de redundancia. Basta con alimentarlo desde una de las barras del cuadro principal, que sí posee apoyo en redundancia.

La siguiente figura muestra, de forma esquemática la topología resultante del centro de transformación tras la inclusión del transformador BT/BT:

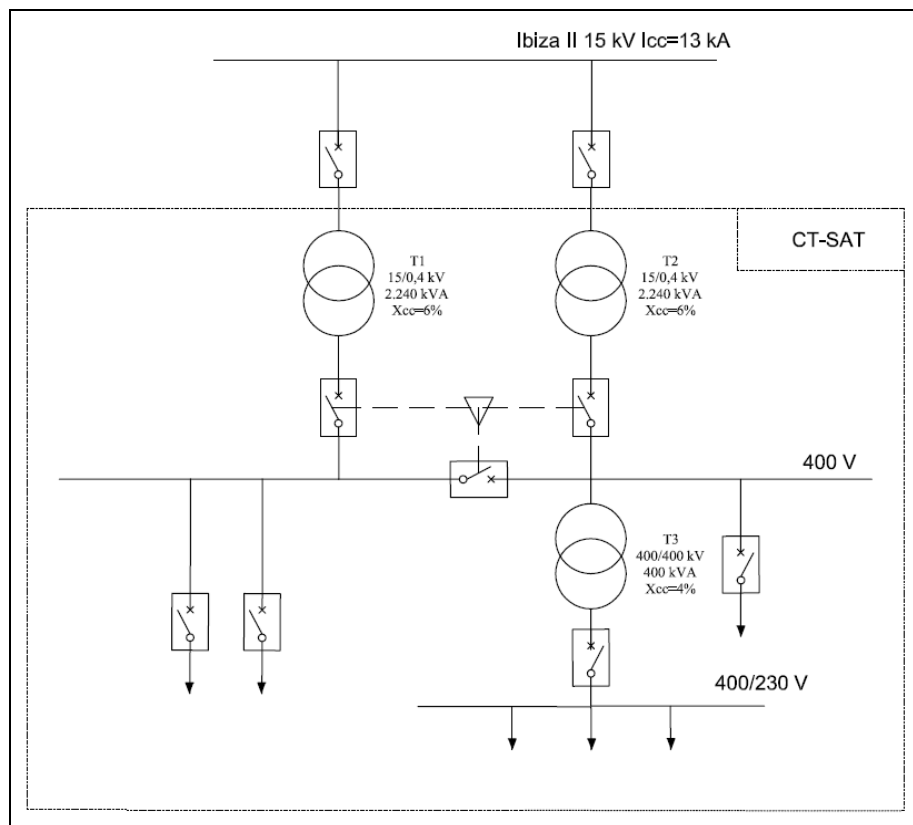


Figura 7: Topología de la Instalación tras inclusión de transformador 1:1

Como observación de especial importancia, debe tenerse en cuenta que el transformador BT/BT tiene conexión Dyn por tres motivos fundamentales:

- La posibilidad de disponer conductor de neutro en el lado de estrella para distribuir alimentaciones monofásicas.
- La posibilidad de conectar el neutro rígido a tierra, para dotarle de referencia fija de tensión y nula resistencia. De esta forma se facilita la detección de faltas y desequilibrios, al obtenerse corrientes nominales sin limitación.
- Desde el embarrado principal del centro de transformación (lado del triángulo) se ve a las cargas de distribución secundaria como una carga trifásica equilibrada, equiparándola al resto de cargas trifásicas principales. Esto tiene la ventaja de que no se precisa contar con neutro distribuido en el cuadro principal del centro de transformación.

Asimismo, se requerirá que la conexión de los transformadores MT/BT del centro de transformación sea Dyn, para poder conectar el neutro de dichos transformadores a tierra a través de resistencia de alto valor, posibilitando la detección de faltas monofásicas y a su vez limitándolas. Sin embargo, y puesto que desde éstos transformadores se alimentará el embarrado principal del centro de transformación, no será necesaria la distribución del conductor de neutro, pues desde dicho embarrado solamente se presta servicio a cargas trifásicas.

Se puede concluir, por tanto, que el empleo de un transformador 1:1 es una solución eficaz que aparte de las ventajas anteriores reduce considerablemente el nivel de cortocircuito en el embarrado secundario del centro de transformación respecto del principal. Así será posible alimentar desde dicho embarrado, secundario, a las cargas de menor entidad, sometiendo a menores solicitudes a los interruptores de protección y posibilitando el empleo de un aparellaje comercial usual en mercado.

En resumen, tras el análisis de las distintas alternativas propuestas, la seleccionada para el diseño de la topología del centro de transformación corresponde a la mostrada en la figura 7. Esta topología consiste en una alimentación redundante, con embarrado principal del centro de transformación seccionado. Desde este embarrado principal se alimentarán las cargas prioritarias y de mayor consumo así como un transformador BT/BT de relación de unitaria, que a su vez prestará servicio a un embarrado secundario desde el que se alimentarán las cargas de menor entidad.

ALCANCE Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto de fin de carrera es la definición, descripción y dimensionamiento de la instalación eléctrica que debe ser llevada a cabo en la Central Térmica de Ibiza para posibilitar la integración del Centro de Transformación de SS.AA. de turbinas (CT-SAT) en el emplazamiento de la misma, el cual ha decidido ser llevado a cabo por la sociedad explotadora de la Central.

Dicho centro de transformación se instalará en una caseta existente en la central, de dimensiones aproximadas de 13 metros de longitud, 8 metros de profundidad y 3 metros de altura, la cual fue habilitada para tal efecto.

Los equipos que van a ser integrados en el interior de la caseta del Centro de Transformación, que forman parte del alcance del Proyecto, y que serán descritos en mayor profundidad en los apartados sucesivos de este Proyecto, son:

- Transformadores MT/BT del centro de transformación.
- Cuadro principal de fuerza del centro de transformación, denominado Conjunto de Cabinas de BT, que será alimentado desde los transformadores MT/BT anteriores.
- Transformador BT/BT que cumplirá la función de adaptar el sistema principal a los servicios auxiliares, permitiendo la creación de un neutro independiente y limitando la corriente de cortocircuito. Este transformador será alimentado desde el cuadro anterior.
- Centro de distribución de fuerza y alumbrado, desde el que se dará servicio a las distintas cargas de menor consumo. Este equipo será alimentado a través del transformador anterior.
- Cuadros interiores de SS.AA., propios del centro de transformación:
 - o Cuadro de servicios de corriente alterna.
 - o Cuadro de Servicios de corriente continua.
 - La alimentación a dicho cuadro se realizará desde salidas de alimentación de 125 V en cuadros de corriente continua (CC) de central por su baja dotación de potencia. Por tanto no será alcance del proyecto el dimensionamiento ni de rectificadores, baterías, ni de cualquier equipo destinado a proporcionar corriente continua.
- Alumbrado interior y perimetral exterior de la caseta del centro de transformación.

Como observación, se indica que las turbinas disponen en su propio equipamiento de rectificadores y baterías para alimentar sus sistemas de maniobra, control y protección.

No forman parte del alcance del Proyecto los siguientes hitos que se definen a continuación:

- Cualquier dimensionamiento, estudio o trabajo cuyo carácter no sea específicamente eléctrico, a excepción de los necesarios para el dimensionamiento de equipos eléctricos en el sistema de extracción mecánica de la caseta del centro de transformación.
- Dimensionamiento de los equipos auxiliares de los equipos que van a ser suministrados para el centro de transformación, tales como la extracción mecánica de las envolventes de los transformadores MT/BT.
- Dimensionamiento del cableado interno de los distintos cuadros que se integrarán en el centro de transformación.
- Dimensionamiento de cables que den servicio a equipos que todavía no se encuentren integrados o que vayan a ser integrados en un futuro.
- Cuadros PLC de control, telemando y comunicación con Sala de control de la Central.
- No se encuentran dentro del alcance la ingeniería de detalle ni de montaje.
- No se implementará lógica de control alguna, salvo la enumeración de las condiciones de conmutación en Automatismo-PLC, a implementar por otros.
- No se modificará Cuadro alguno existente en la Central, ni siquiera aquellos a los que se de servicio desde el CT-SAT, como los CCM's de SS.AA., los de las turbinas de gas integradas, los del edificio Contra-Incendios o los de Alumbrado y Fuerza de las distintas turbinas. Sólo se abordará en el Proyecto su alimentación.

Respecto a la estructura del Proyecto, éste se ha abordado de acuerdo a la estructura requerida para que dicho Proyecto pueda ser legalizado por la Administración, constando de los siguientes apartados: Memoria y Anexos con cálculos, Pliego de Condiciones, Planos, Presupuesto y Estudio de Seguridad y Salud.

Los siguientes documentos se adjuntarán como anexos al Proyecto:

Anexos a la Memoria I: Esquemas eléctricos unifilares

- Esquema unifilar simplificado de la Instalación
- Esquema unifilar de protección y medida Cabinas BT.
- Esquema unifilar de protección y medida Cuadro Fuerza y alumbrado.
- Esquema unifilar simplificado de servicios interiores de CA.
- Esquema unifilar simplificado de servicios interiores de 125 Vcc.

Anexos a la Memoria II: Cálculos y estudios justificativos

- Criterios de diseño de los Sistemas Eléctricos.
- Estudio de consumos y dimensionamiento de los transformadores MT/BT y BT/BT (
- Estudio y Flujo de cargas eléctricas Centro de Transformación
- Cálculo de cortocircuito de MT y BT Centro de Transformación.
- Estudio de Servicios de Corriente Continua en el CT-SAT
- Cálculo de la red de tierras Centro de Transformación
- Cálculos de dimensionamiento de cables M.T. Centro de Transformación
- Cálculos de dimensionamiento de cables B.T. Centro de Transformación
- Cálculo de alumbrado del Centro de transformación
- Cálculo de ventilación y detección de incendios del CT-SAT

Anexos a la Memoria III: Planos

- Plano de Planta General.
- Plano de Canalizaciones interiores e implantación de Equipos del Centro de Transformación.
- Plano Red de tierras del Centro de Transformación
- Plano de Alumbrado y fuerza interior Centro de Transformación.
- Plano de Ventilación y detección de incendios del CT-SAT.

Anexos a la Memoria IV: Especificaciones Técnicas:

- Especificación Técnica de Montaje eléctrico.
- Especificación Técnica de los transformadores MT/BT
- Especificación Técnica de los cables de potencia de MT.
- Especificación Técnica del conjunto Cabinas de BT y CCM
- Especificación Técnica del transformador de BT/BT
- Especificación Técnica del Centro de Fuerza y Alumbrado del Centro de Transformación.
- Especificación Técnica de cuadros auxiliares del Centro de Transformación.
- Especificación Técnica de material de alumbrado y fuerza del Centro de Transformación.
- Especificación Técnica de los cables de potencia de BT.
- Especificación Técnica de montaje de puesta tierra de Centro de Transformación.
- Especificación Técnica de material de ventilación y detección de incendios

Debido a la especial importancia del “Esquema Unifilar Simplificado de la Instalación”, dicho plano se adjunta en este documento en una colección de seis planos, cada uno de los cuales representa una porción del plano original, para facilitar su visualización.

MEMORIA

1. ANTECEDENTES

El crecimiento de la demanda eléctrica que se produce en la isla de Ibiza, hace necesaria la entrada en servicio de nuevas potencias de generación, mediante la implantación de nuevas turbinas de gas, que incrementen su capacidad de generación, para satisfacer el aumento de consumo sobre la red eléctrica, a la que se conectan.

En base a lo anterior, la Sociedad Explotadora de la Central que da servicio a dicho núcleo urbano decidió llevar a cabo la ampliación de la misma, mediante la integración de dos (2) turbinas de gas denominadas TG5 y TG6 previendo para un futuro inmediato la entrada en servicio de tres (3) turbinas más, y otras dos (2) más a largo plazo.

2. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de proporcionar una alimentación de respaldo de los SS.AA. de las distintas turbinas que garantice la cobertura de dichos servicios auxiliares, ante cualquier modo de funcionamiento de la turbina, justifica construir un nuevo centro de transformación destinado para tal fin, añadiendo la posibilidad de dar servicio a otros consumos complementarios de la Central y aumentando la capacidad de reserva de BT de la Central para futuras ampliaciones.

Dicho centro de transformación se denominará: Centro de Transformación de SS.AA. de turbinas, CT-SAT.

3. OBJETO

El objeto del presente Proyecto es realizar la definición, descripción y el dimensionamiento de la instalación eléctrica, que la Sociedad Explotadora de la Central se propone llevar a cabo en el emplazamiento de la misma, para implantar el Centro de Transformación de SS.AA. de turbinas.

4. EMPLAZAMIENTO

Las características del emplazamiento se describen en los apartados siguientes.

4.1. Localización

El emplazamiento de la Central se encuentra al sur de la isla de Ibiza, en el propio término municipal de la ciudad de Ibiza, Provincia de Baleares, Archipiélago Balear del Reino de España.

4.2. Accesos

Los accesos son los siguientes:

- Carretera San Antonio s/n

5. CONDICIONES AMBIENTALES

Para el diseño eléctrico, térmico, mecánico y optimización de la instalación se han tenido en cuenta los siguientes valores:

Altitud sobre el nivel del mar:	Inferior a 50 m.
Temperatura máxima absoluta:	37 °C
Temperatura mínima absoluta:	-1 °C
Temperatura de diseño:	17 °C
Humedad:	73%
Ambiente:	Sin contaminación significativa tanto en el interior como en los alrededores del edificio
Presión dinámica del viento para diseño s/NBE-AE-88, de 0 a 30m:	100 kg/m ²
Condiciones Sísmicas:	Se aplicará lo indicado en la Norma de Construcción Sismorresistente, NCSE-02, para el Grupo Sísmico de aplicación a la zona de implantación de la Central; teniendo constancia que se debe considerar como “ <i>construcción de especial importancia</i> ”

Tabla 1: Condiciones Ambientales de diseño

6. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

Todos los equipos eléctricos estarán de acuerdo con las últimas revisiones vigentes de las normas UNE Y CEI, así como con las prescripciones de la Reglamentación Española, y en particular con las últimas ediciones de:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en las Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como sus correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias.

Los puntos no definidos en las normas UNE o CEI, se regirán por la última revisión de las normas ANSI (American National Estándar Institute), NEMA (National Electrical Manufacturers Association) o IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers).

En caso de conflicto entre diferentes normas, el orden de prioridad será:

- Normas UNE y CEI
- Otras Normas

Cumpléndose, en cualquier caso, con las prescripciones vigentes de la Reglamentación Española.

7. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Los equipos y sistemas eléctricos que contendrá el centro de transformación serán los siguientes:

7.1. Transformadores MT/BT (TSA1-CT y TSA2-CT)

Se dispondrá de dos transformadores, secos, MT/BT ($15 \pm 2,5\%/0,410$ kV) de 1.600 kVA cada uno de ellos para dotar de alimentación 2x100% al centro de transformación.

Estos transformadores dispondrán de ventilación forzada para llegar a satisfacer consumos de hasta 2.240 kVA en momentos de puntas de demanda.

Los mismos serán alimentados desde la Subestación de 15 kV de Central, Ibiza II, a través de sendas líneas específicas dedicadas exclusivamente para este fin.

7.2. Cabinas de BT (CBT-CT)

Los transformadores MT/BT alimentarán a un conjunto de cabinas de BT que distribuirán alimentación a un nivel de tensión de 400 V para satisfacer los consumos principales, asociados al centro de transformación, tales como: alimentaciones de “Stand-by” de turbinas, y otros consumos complementarios de la Central como los equipos principales del edificio contra-incendios.

Asimismo se dará servicio a través del un transformador BT/BT, denominado Transformador de Alumbrado, a un centro de distribución de fuerza y alumbrado desde el que se dará servicio a las cargas trifásicas y/o monofásicas, asociadas al CT-SAT, de menor entidad.

Las cabinas dispondrán de dos interruptores de acometida (uno por transformador de acometida al embarrado principal de BT del centro de transformación) y su embarrado estará constituido por dos semibarras denominadas B1-CBT y B2-CBT.

7.3. Transformador BT/BT (TCA-CT)

Se dispondrá de un transformador seco, BT/BT (400/400-230 V) de 400 kVA denominado Transformador de Alumbrado, TCA-CT, con él que se pretende alimentar al centro de distribución de fuerza y alumbrado, distribuir el neutro para alimentaciones trifásicas y monofásicas de menor entidad y reducir el nivel de cortocircuito en el embarrado de dicho centro de distribución de fuerza y alumbrado, respecto al embarrado principal del centro de transformación.

7.4. Centro de distribución de fuerza y alumbrado (CFA-CT)

El centro de distribución de fuerza y alumbrado estará constituido por un conjunto de módulos de distribución, alimentados desde el Transformador de Alumbrado.

Desde este centro de distribución de fuerza y alumbrado se alimentarán en B.T. (400/400-230 V) aquellos servicios, no pertenecientes al proceso que requieran neutro, tales como cargas monofásicas, o cuadros trifásicos desde los que se distribuyan, posteriormente, alimentaciones monofásicas.

7.5. Cuadros de servicios interiores de corriente alterna y corriente continua (CAI-CT y CCI-CT)

Para alimentar los pequeños consumos interiores del centro de transformación (ventilación, alumbrado, fuerza, caldeos, etc.) éste dispondrá de un cuadro de servicios interiores de corriente alterna, que será alimentado desde una de las salidas de alimentación del Centro de Distribución de fuerza y Alumbrado.

Por otra parte, la necesidad de garantizar el funcionamiento de cierto equipos de elevada importancia para el proceso, tales como carga de interruptores, Sistema de Control de la instalación, etc. se requiere el empleo de una fuente de tensión continua, o segura.

Para ello se dotará al centro de transformación de un cuadro de servicios de corriente continua desde el que se de servicio a dichos equipos.

Dicho cuadro tomará su alimentación desde el exterior del centro de transformación, en dos interruptores de alimentación ubicados en barras de 125 V de corriente continua de Central.

7.6. Armario de PLC's

Se dispondrá en el interior del centro de transformación de un armario que contendrá un PLC al que se enviará toda la señalización, disparos y alarmas de los equipos que conforman el centro de transformación.

A través de fibra óptica, se enviarán a su vez dichas señales al sistema de control de la Central, DCS.

7.7. Equipos eléctricos diversos

Además de los equipos eléctricos auxiliares eléctricos mencionados anteriormente, se instalarán otros sistemas eléctricos, como:

- Equipos de ventilación y detección de incendios.
- Equipos de tomas de corriente para reparación y mantenimiento.
- Red de puestas a tierra, tanto enterrada como aérea.

8. NIVELES DE Tensión

Las características básicas de los distintos niveles de tensión, de acuerdo al Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación que se indican a continuación, son las siguientes:

8.1. Sistema de 15 kV

Datos en barras 15 kV de Subestación de Central, Ibiza II:

-Topología:	Barra Simple
-Tensión nominal:	15 kV
-Tensión máxima del sistema:	15,75 kV (+5 %)
-Tensión mínima del sistema:	14,25 kV (-5 %)
-Tensión soportada a 50 Hz, 1 min :	38 kV
-Nivel de aislamiento (BIL) :	125 kV, 1,2150 ps
-Intensidad de cortocircuito máxima de red:	13 kA
-Intensidad de cortocircuito (simétrica) mínima:	2,8 kA
-Frecuencia nominal:	50 Hz
-Frecuencia máxima :	52 Hz (2,5 s)
-Frecuencia mínima :	47,5Hz permanencia, $47 < f < 47,5$ Hz, 3 s
-Relación equivalente resistencia reactancia:	$R/X = 0.18$
-Intensidad de cortocircuito (simétrica) para el aparellaje de 15 kV:	20 kA
-Puesta a tierra del sistema:	Neutro aislado.

Tabla 2: Valores nominales del Sistema de 15 kV (Subestación de Central de Ibiza II)

8.2. Nivel de 400 V

Abarca tanto a la instalación de fuerza para el proceso (motor y auxiliar de Máquina) como a auxiliares de alumbrado y tomas de fuerza, este último dispondrá de transformador auxiliar, para obtener distribución de neutro.

Los datos son:

-Tensión nominal:	400 V
-Régimen de distribución:	3 hilos
-Margen de tensión en régimen permanente :	$\pm 10 \%$
-Mínima tensión transitoria en arranque de motores:	80 %
-Frecuencia nominal:	50 Hz
-Margen de frecuencia:	$\pm 5 \%$
-Puesta a tierra del sistema:	
-En Cabinas de BT:	A tierra con resistencia limitadora. Neutro no distribuido.
-En CFA-CT:	Rígido a tierra. Neutro distribuido.

Tabla 3: Valores nominales del Sistema de 400 V.

Este sistema de BT, es ajeno al sistema de BT de proceso de la Central, el cual tiene neutro con impedancia limitativa de valores de falta.

La suma de las variaciones porcentuales simultáneas de tensión y frecuencia no excederá en ningún caso del $\pm 10 \%$. El desarrollo de éste sistema será el objeto del proyecto, así como los sistemas siguientes.

8.3. Sistema de Corriente continua (125 Vcc)

Datos en cuadro de corriente continua de Central.

Los equipos alimentados por tensión continua se dimensionarán según las siguientes características:

-Tensión nominal:	125 Vcc
-Margen de variación en régimen permanente :	$\pm 10 \%$
-Puesta a tierra del sistema:	aislado

Tabla 4: Valores nominales del Sistema de 125 Vcc en Cuadro de Central

9. NIVELES DE AISLAMIENTO

Según las prescripciones y recomendaciones de la instrucción MIE-RAT 12 del Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Los niveles de aislamiento para los distintos niveles de tensión considerados son los siguientes:

9.1. Sistema de 15 kV

-Grupo de Tensión:	A
-Tensión Máxima Servicio:	17,5 kV Eficaces
-Tensión Ensayo Rayo:	125 kV Cresta
-Tens. Ensayo Frecuencia:	38kV Eficaces
-Distan.fase-tierra en aire:	22 cm
-Distan.fase-fase en aire:	22 cm

Tabla 5: Valores de aislamiento en Sistema de 15 kV

9.2. Sistema de 400 V

-Tensión Máxima Servicio:	600 V
-Tensión Ensayo Rayo:	8 kV Cresta
-Tens. Ensayo Frecuencia:	2,5 kV Eficaces

Tabla 6: Valores de aislamiento en sistema de 400 V.

9.3. Sistema de 125 Vcc

-Tensión Máxima Servicio:	600 V
-Tensión Ensayo Rayo:	8 kV Cresta
-Tens. Ensayo Frecuencia:	2,5 kV Eficaces

Tabla 7: Valores nominales en Sistema de 125 Vcc

10. ESQUEMAS ELÉCTRICOS UNIFILARES

Se anexan junto a este documento los siguientes esquemas unifilares:

- Esquema unifilar simplificado de la Instalación.
- Esquema unifilar de protección y medida de Cabinas de BT.
- Esquema unifilar de protección y medida del Centro de Fuerza y alumbrado.
- Esquema unifilar simplificado de servicios interiores de corriente alterna del centro de transformación.
- Esquema unifilar simplificado de servicios interiores de corriente continua (125 Vcc).

Debido a la importancia del “Esquema Unifilar Simplificado de la Instalación”, para facilitar la lectura de este Memoria, dicho plano se adjunta en este documento en una colección de seis planos, cada uno de los cuales representa una porción del plano original, para facilitar su visualización.

11. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

El nuevo centro de transformación de SS.AA de turbinas (CT-SAT), dará servicio a distintas alimentaciones de BT como los SS.AA de las Turbinas de Gas y a otros servicios complementarios de Central: alimentación de equipos de contra-incendios, circuitos de alumbrado, fuerza, etc.

Para poder ofrecer dicho propósito, el Centro de Transformación deberá ser capaz de transformar la energía procedente desde las barras de Subestación de MT 15 kV, de Ibiza II, a las que se conectará, hasta los siguientes niveles de BT, en barras del nuevo CT-SAT:

- 400 V en embarrado principal del CT-SAT, para alimentaciones trifásicas, denominado Cabina de Baja Tensión, CBT-CT. Dicho embarrado será seccionado mediante interruptor de acoplamiento.
- 400/230 V en embarrado de subdistribución de fuerza y alumbrado del CT-SAT, para alimentaciones trifásicas y monofásicas auxiliares, denominado Centro de Fuerza y Alumbrado, CFA-CT.

La alimentación a las Cabinas de Baja Tensión del Centro de Transformación se realizará mediante dos circuitos independientes, y análogos, desde Barras de Subestación de 15 kV, en Ibiza II.

Dichos circuitos estarán constituidos, fundamentalmente por sendos transformadores de potencia MT/BT, denominados transformadores principales del Centro de Transformación, en configuración de “2 x 100%”

Desde las Cabinas de BT, se comenzará a distribuir la energía y se dará servicio a las cargas y/o equipos trifásicos de mayor consumo, tales como:

- SS.AA., propios, de las turbinas TG5 y TG6, ya implantadas (Alimentación de “Stand-by”).
- SS.AA., propios, de las turbinas TG7, TG8 y TG9, previstas para un futuro (Alimentación de “Stand-by”).
- Columna de CCM's, para consumos varios, una de cuyas salidas estará destinada, exclusivamente a la alimentación de los equipos principales situados en el edificio contra-incendios de la Central, y destinados a su labor homónima, tales como: bombas principales, bombas “jockey”, rectificadores, puente grúa, etc.
- Alimentación al Centro de Fuerza y Alumbrado.
- Reservas, para prever futuras implantaciones de equipos y/o cargas.

La alimentación al Centro de Fuerza y Alumbrado, CFA-CT, del Centro de Transformación se realizará desde las Cabinas de Baja Tensión, mediante un circuito, constituido, fundamentalmente, por un transformador de potencia BT/BT, con neutro rígido a tierra y distribuido, denominado Transformador de Alumbrado (TCA-CT).

Desde dicho Centro de Fuerza y Alumbrado, CFA-CT, se distribuirán las alimentaciones de las cargas y/o equipos trifásicos de menor consumo y las cargas monofásicas que deriven de estas, tales como:

- Alimentación a los circuitos de alumbrado y fuerza exterior de las turbinas TG5 y TG6, ya implantadas.
- Alimentación a los circuitos de alumbrado y fuerza exterior de las turbinas TG7, TG8 y TG9, previstas para un futuro.
- Alimentación a los equipos situados en el edificio contra-incendios, de la Central, trifásicos y/o monofásicos destinados principalmente a: fuerza, alumbrado, climatización y demás servicios generales del edificio.
- Alimentación a instalaciones de fuerza e interiores, del CT-SAT.
- Alimentación a Cuadros de Fuerza destinados al montaje, para obra.
- Reservas, previendo futuras implantaciones de equipos y/o cargas.

11.1. Transformadores MT/BT (TSA1-CT y TSA2-CT)

Los transformadores principales del centro de transformación, tienen por función transformar la energía procedente desde las barras de Subestación de MT 15 kV, de Ibiza II, hasta los niveles de BT, que se emplearán en el centro de transformación.

Los transformadores principales se ubicarán, adosados, en los laterales de las Cabinas de BT y estarán protegidos mediante envolventes metálicas, denominadas Cabinas de TSA's.

A niveles generales las características de los transformadores serán las siguientes:

- a) Los transformadores serán para servicio continuo de 1.600/2.240 kVA, refrigeración AN/AF, instalación interior y regulación de tensión en vacío (5 tomas: 0, $\pm 2,5\%$, $\pm 5\%$, por pletinas conformadas en puentes desmontables) aislamiento seco, relación de transformación 15.000/410 V, grupo de conexión Dyn11, $U_{cc}=6\%$.
- b) Los transformadores deberán trabajar en permanencia, sin riesgo de daño, en el margen del $\pm 5\%$ de la frecuencia nominal a la tensión nominal.
- c) El neutro de los transformadores estará puesto a tierra a través de resistencia de alto valor que limitará la corriente de falta monofásica a tierra a 5A.

11.1.1. Características Generales

- Instalación:	Interior, en cabinas
- Tipo:	MT y BT encapsulados
- Número de unidades	2
- Servicio	Continuo
- Aplicación	Servicios Auxiliares
- Potencia asignada en régimen AN:	1.600 kVA
- Potencia asignada en régimen AF:	2.240 kVA
- Número de fases:	3
- Número de arrollamientos:	2
- Material de arrollamientos:	Aluminio
- Frecuencia asignada:	50 Hz
- Tensión asignada en MT, en vacío (primario):	15.000 V
- Tensión asignada en BT, en vacío (secundario):	410V
- Regulación MT, en vacío (5 tomas mediante puentes):	$0, \pm 2,5, \pm 5\%$
- Tipo de refrigeración:	AN/AF
- Material/Clase de aislamiento:	Resina Epoxi/ Clase F
- Calentamiento máximo medio admisible:	80°C
- Grupo de conexión:	Dyn11
- Tensión de cortocircuito:	6%
- Neutro de BT:	Conectado a tierra por resistencia
- Intensidad de cortocircuito limitada en neutro de BT:	5 A
- Nivel de ruido máximo	s/EN 60076: 65dB(A)
- Potencia de cortocircuito de la red de alimentación:	9 MVA
- Conexiones de tierra:	2
- Placas de características:	2 (Trafo y Envolvente)

Tabla 8: Características eléctricas de los transformadores principales del CT-SAT

11.1.2. Instrumentación de control y protección

Los transformadores dispondrán para su supervisión de control, así como protección ante situaciones comprometidas en explotación ligadas principalmente a la temperatura del equipo. En éste sentido dispondrá al menos de termostatos en los devanados de las siguientes características:

- Cantidad:	3 (uno por fase)
- Sonda de medida:	PT-100
- Convertidor asociado:	Tipo electrónico con display común para las tres sondas
- Contactos auxiliares:	5 (Alarma, Arranque ventilación, Parada, Disparo1, Disparo 2)
- Salidas Analógicas:	4-20 mA

Tabla 9: Instrumentación de Control y Protección de transformadores MT/BT del CT-SAT

11.1.3. Intercambio de señales con el Sistema de Control de la Central

Se realizará la agrupación de señales que se indica a continuación, según su destino y tipo de señal:

a) Señales digitales de disparo:

1. Termómetro y termostato.

Cada disparo tendrá dos contactos NANC que dispararán tanto los interruptores de MT de la Subestación de Central como los de acometida del CT-SAT.

b) Señales de alarma al DCS (vía CMT's)

1. Termómetro y termostato.
2. Arranque ventiladores centrífugos
3. Anomalía ventiladores centrífugos.
4. Arranque extractor (En alcance de fabricante de Cabinas de BT).
5. Anomalía extractor (En alcance de fabricante de Cabinas de BT).
6. Anomalía centralita (En alcance de fabricante de Cabinas de BT).

c) Señal medida de temperatura al DCS

1. Temperatura de devanados.

Para el disparo de protección de MT, en cabina se dispondrán los contactos libres de potencial, para transmitir por línea de control la orden a celda de MT.

11.2. Cables de 15 kV

La acometida a los transformadores principales del CT-SAT desde la Subestación de Central, se realizará mediante dos circuitos, análogos, de cables tripolares con aislamiento seco que discurrirán tendidos bajo tubo en zanja desde Ibiza II hasta el propio Centro de Transformación.

En el interior del Centro de Transformación, se tienden sobre bandeja, así como, en el interior de las galerías internas del Centro. Tanto aislamiento, como cubierta serán en ejecución no propagador de llama, no propagador de incendio según CEI -332.1 y CEI -332.3.

Las botellas terminales son de interior en ambos extremos, dentro de las cabinas de 15 kV en Subestación de Central y dentro de las cajas de bornas de los transformadores de alimentación en el Centro de Transformación.

Los cables serán de campo radial, con doble capa de semiconductor: una encima del cobre y otra encima del aislamiento. Los datos de diseño son:

-Tensión nominal:	12 / 20 kV
-Sección:	70 mm ²
-Temperatura máxima normal / cortocircuito:	<90 / 250 °C
-Aislamiento/cubierta:	HEPR / PVC
-Pantalla:	hilos de cobre 16 mm ² mínimo
-Intensidad permanente de servicio:	90,76 A
-Tensión de servicio:	15kV
-Tiempo soportado a Intensidad máxima de corto a tierra:	0,58 s

Tabla 10: valores de diseño para cables de MT

11.3. Conjunto Cabinas BT (CBT-CT)

La salida de energía desde los transformadores principales del Centro de Transformación, se realizará mediante pletinas de cobre, desnudo, hasta un embarrado trifásico, compuesto por dos semi-barras denominadas B1-CBT y B2-CBT, incorporadas en una misma envolvente metálica, formando un conjunto, denominado Cabinas de BT.

Desde las cabinas de BT se distribuirán alimentaciones de carácter principal, tales como las alimentaciones de “Stand-by” de las distintas turbinas como la alimentación de los Equipos Principales del Edificio Contra-Incendios de la Central.

El conjunto de Cabinas de BT, se constituirá de los siguientes equipos cuyas características se describen a continuación:

11.3.1. Cabinas

Las cabinas serán metálicas, compartimentadas "metal-clad" de carro extraíble, grado de protección IP44, y diseñadas, según normas IEC 60694. Los niveles de aislamiento de las mismas serán los considerados a continuación:

- Tensión asignada:	600 V
- Tensión de servicio:	400 V
- Frecuencia asignada:	50 Hz
- Niveles de aislamiento:	400 V
- Tensión de prueba a 50 Hz 1 min:	2,5 kV
- Tensión de prueba a impulso tipo rayo (BIL):	8 kV

Tabla 11: Niveles de aislamiento en Cabinas de BT

El conjunto de Cabinas de BT estará formado por la siguiente disposición de Cabinas:

- Cabinas de Acometida.
- Cabina de Acoplamiento.
- Cabina de Medida.
- Cabinas de salidas feeder.
- Cabina de columna CCM's.
- Cabinas de envolventes de los transformadores MT/BT del CT-SAT.

11.3.2. Barras de Potencia

El conjunto de las cabinas dispondrá de un embarrado principal que irá en un único compartimento continuo longitudinal, separado de los demás compartimentos. Dicho embarrado estará formado por dos semibarras trifásicas, de iguales características, denominadas B1-CBT y B2-CBT.

Estará diseñado para, montaje en interior, y soportará las sollicitaciones térmicas y mecánicas de acuerdo con los niveles de cortocircuito. Cumplirá con las normas CEI 114, IEEE C37-20, e IEE C-37-23, tanto para el diseño como para el ensayo.

Las características, eléctricas, del embarrado de las Cabinas de BT serán:

- Aislamiento:	0,6/1 k V
- Máxima tensión de servicio:	600 V
- Tensión nominal:	400 V
- Intensidad mínima de diseño:	4.000 A
- Intensidad simétrica de cortocircuito mínima de diseño:	85 kA
-Tensión de ensayo (BIL):	8 kV
-Temperatura ambiente, sobretemperatura:	40, + 55 °C
-Densidad máxima de corriente en servicio:	1 A / mm ²
-Grado de Protección:	IP-44

Tabla 12: Características eléctricas del embarrado de las Cabinas de BT

11.3.3. Interruptores

Existen dos tipos de interruptores en las Cabinas de BT:

- Interruptores automáticos, de corte al aire, extraíbles, tipo bastidor abierto de alimentaciones principales.
- Interruptores tipo Caja Moldeada, en columna de CCM's, de corte al aire y extraíbles, de otras alimentaciones.

A continuación se detallan las principales características de los distintos interruptores de los que se compondrán las distintas Cabinas de BT:

➤ *Cabinas de Acometida:*

- Tipo de interruptor:	Bastidor abierto
- Intensidad nominal:	4.000 A
- Tensión de mando y control:	125 Vcc + 10% - 18%

Tabla 13: Interruptores de protección en Cabinas de Acometida

➤ *Cabina de Acoplamiento:*

- Tipo de interruptor:	Bastidor abierto
- Intensidad nominal:	4.000 A
- Tensión de mando y control:	125 Vcc + 10% - 18%

Tabla 14: Interruptores de protección en Cabinas de Acoplamiento

➤ *Cabinas de Salidas Feeder:*

- Tipo de interruptor:	Bastidor abierto
- Intensidad nominal:	800 A
- Tensión de mando y control:	125 Vcc + 10% - 18%

Tabla 15: Interruptores de protección en Cabinas de Salidas Feeder

➤ *Cabina de columna de CCM:*

- Interruptores de salida de alimentaciones CCM:	
- Tipo de interruptor:	Caja moldeada
- Intensidad nominal:	400, 250, 160 y 63 A

Tabla 16: Interruptores de protección en Cabina de columna de CCM

En las restantes Cabinas (envolventes de los transformadores TSA's y Cabinas de Medida) no se alojará ningún interruptor.

11.3.4. Transformadores de medida y protección

Con el fin de obtener las medidas de tensión e intensidad, que correspondan, tanto en la acometida y acoplamiento del embarrado de las Cabinas de BT, así como en las distintas salidas de alimentaciones se montarán los siguientes transformadores de intensidad y tensión, cuyas características se indican a continuación, para realizar dichas medidas:

➤ *Transformadores de Intensidad en Cabinas de Acometida:*

- Tipo:	Paso barra
- N° de fases:	Monofásico
- N° de transformadores:	3
- n° de secundarios:	2
- Secundario 1:	4.000/5 A; 5p20
- Secundario 2:	4.000/5 A; 5p20

Tabla 17: Transformadores de Intensidad en Cabinas de Acometida

➤ *Transformadores de Intensidad en Cabina de Acoplamiento:*

- Tipo:	Paso barra
- N° de fases:	Monofásico
- N° de transformadores:	3
- n° de secundarios:	1
- Secundario 1:	2.000/5 A ; 5p20

Tabla 18: Transformadores de Intensidad en Cabina de Acoplamiento.

➤ *Transformadores de Intensidad en Cabinas de salidas Feeder:*

Las Cabinas de salidas *Feeder* dispondrán de transformadores de intensidad de dos familias constructivas distintas:

- Transformadores de intensidad tipo paso barra para la obtención de medida de la corriente eléctrica.
- Transformadores de intensidad toroidales asociados a la detección de faltas a tierra.

Las características de ambos se indican a continuación:

- Tipo:	Paso barra
- N° de fases:	Monofásico
- Unidades:	3
- n° de secundarios:	1
- Secundario 1:	800/5 A ; 5p20

Tabla 19: Transformadores de Intensidad (Paso Barra) en Cabinas de Salidas Feeder

- Tipo:	Toroidal
- N° de fases:	Monofásico
- Unidades:	1
- n° de secundarios:	1
- Secundario 1:	5/5 A ; 5p20

Tabla 20: Transformadores de Intensidad (Toroidales) en Cabinas de Salidas Feeder.

➤ *Transformadores de Tensión en Cabinas de Acometida*

- N° de fases:	Monofásico
- N° de transformadores:	3
- n° de secundarios:	1
- Secundario 1:	$(400/\sqrt{3})/(110/\sqrt{3})$
- Clase de precisión:	Clase 0,5-3P

Tabla 21: Transformadores de tensión en Cabinas de Acometida

➤ *Transformadores de Tensión en Cabina de Medida*

- N° de fases:	Monofásico
- N° de transformadores:	3
- n° de secundarios:	1
- Secundario 1:	$(400/\sqrt{3})/(110/\sqrt{3})$
- Clase de precisión:	Clase 0,5-3P

Tabla 22: Transformadores de tensión en Cabinas de Medida.

11.3.5. Relés de protección

Los relés de protección del sistema de cabinas de BT serán digitales, multifunción, programables y estarán comunicados e integrados mediante bus con el equipo de supervisión del sistema eléctrico.

Las funciones de los relés de protección, de las Cabinas de BT, se muestran a continuación:

➤ *Relés de Protección en Cabinas de Acometida:*

-27L	Relé de mínima tensión
-51	Relé de sobreintensidad y tiempo.
-59L	Relé de sobretensión.
-59N	Relé de sobretensión de neutro.
-87T	Protección diferencial.

Tabla 23: Selectividades de relés de las Cabinas de Acometida.

➤ *Relés de Protección en Cabina de acoplamiento:*

-51	Relé de sobreintensidad y tiempo.
-----	-----------------------------------

Tabla 24: Selectividad de relés de la Cabina de Acoplamiento.

➤ *Relés de Protección en Cabinas de Medida:*

-27	Relé de mínima tensión
-59	Relé de sobretensión

Tabla 25: Selectividad de relés de la Cabina de Medida.

➤ *Relés de Protección en Cabinas de alimentaciones feeder:*

-50	Relé instantáneo de sobreintensidad
-50N	Relé instantáneo de sobreintensidad (3F+N)
-51	Relé de sobreintensidad y tiempo.

Tabla 26: Selectividad de relés de la Cabina de Alimentaciones Feeder.

➤ *Relés de Protección en Cabina de Columnas de CCM's:*

Los interruptores de alimentaciones de la columna de CCM's cuyo valor nominal sea igual o superior a 160 A dispondrán de relés de protección electrónicos con las siguientes selectividades:

-50	Relé instantáneo de sobreintensidad
-50N	Relé instantáneo de sobreintensidad (3F+N)
-51	Relé de sobreintensidad y tiempo.

Tabla 27: Selectividad de relés de la Cabina de CCM's.

La protección del resto de los interruptores de la columna de CCM's de sobreintensidad con disparo inverso e instantáneo, se realizará mediante relés directos magnetotérmicos.

11.3.6. Intercambio de señales con el DCS

Las señales a intercambiar con el sistema de control de la Central, DCS, se realizarán a través de un PLC ubicado en la caseta del Centro de Transformación que centralizará las señales de la misma.

➤ *Intercambio de señales desde Cabinas de Acometida*

Desde las Cabinas de Acometida, se intercambiarán las siguientes señales con el DCS:

-Señales cableadas:

- Estado del interruptor de acometida.
- Órdenes de apertura/cierre del interruptor de acometida.
- Señalizaciones de disparo del relé maestro 86 y fallo relé de protección.
- Señalización de Cabina disponible.
- Señalizaciones de mínima tensión en barras y de estado de los interruptores de protección de transformadores de tensión.

-Señales de comunicaciones (Bus):

- Medidas de magnitudes eléctricas en las distintas fases del embarrado: Tensión, Intensidad, factor de potencia, y Potencias Activa y Reactiva.

- b) Señalizaciones de interruptor en mando remoto e interruptor insertado.
- c) Señal de vigilancia de bobina de disparo y señal de disparo de sobreintensidad.
- d) Señales de anomalías de celda y fallo de calefacción.

➤ *Intercambio de Señales desde Cabina de Acoplamiento*

Desde la Cabina de Acoplamiento, se intercambiarán las siguientes señales con el DCS:

-Señales cableadas:

- a) Estado del interruptor de acoplamiento (Abierto, Cerrado).
- b) Órdenes de apertura/cierre del interruptor de acoplamiento.
- c) Señalizaciones de disparo del relé maestro 86 y fallo relé de protección.
- d) Señalización de Cabina disponible.

-Señales de comunicaciones (Bus):

- a) Medida de Intensidad en las distintas fases.
- b) Señalizaciones de interruptor en mando remoto e interruptor insertado.
- c) Señal de vigilancia de bobina de disparo y señal de disparo de sobreintensidad.
- d) Señales de anomalías de celda y fallo de calefacción.

➤ *Intercambio de Señales desde Cabinas de Medida*

Desde la Cabina de Acoplamiento, se intercambiarán las siguientes señales con el DCS:

-Señales cableadas:

- a) Señalizaciones de fallos y actuación de protecciones.

➤ *Intercambio de Señales desde Cabinas de Salidas Feeder*

Desde dichas Cabinas, se intercambiarán las siguientes señales con el DCS:

-Señales cableadas:

- a) Estado de interruptores.
- b) Órdenes de apertura/cierre de interruptores.
- c) Señalizaciones de disparo del relé maestro 86 y fallo relé de protección.
- d) Señalización de Cabina disponible.

-Señales de comunicaciones (Bus):

- a) Señalizaciones de interruptor en mando remoto e interruptor insertado.
- b) Señal de vigilancia de bobina de disparo y señal de disparo de sobreintensidad.
- c) Señales de anomalías de celda y fallo de calefacción.
- d) Señalización de seccionador de PAT cerrado.

➤ *Intercambio de Señales desde Cabinas de Salidas de Alimentaciones de CCM's*

Desde la Cabina de salidas de alimentaciones de CCM's, se intercambiarán con el DCS, el estado de los distintos interruptores (abierto/cerrado/disparado), mediante cableado de control.

11.3.7. Relés auxiliares

Serán de tipo enchufable y con los contactos auxiliares SPDT suficientes.

En principio se consideran los siguientes relés auxiliares:

- Relé de bloqueo 86 (relé biestable).
- Relé de falta de tensión auxiliar (80), 125 Vcc (+10,-18%)
- (RC) Relé auxiliar para orden de cierre de los interruptores, a 24 Vcc
- (RA) Relé auxiliar para orden de apertura de los interruptores, a 24 Vcc
- Relé multiplicador contactos mínima tensión 27X (si fuera preciso).

11.3.8. Mando y señalización

El sistema del Centro de Transformación de 400 Vca. contará con dos niveles de mando:

1. LOCAL, ordenes de apertura y cierre desde el propio cuadro.
2. REMOTO, ordenes de apertura y cierre desde pantalla.

Se dispondrá de un selector Local – Remoto para cada interruptor.

El funcionamiento según su nivel será el siguiente:

➤ NIVEL 1

Selector en LOCAL, habilitará las órdenes manuales de apertura y cierre, desde las Cabinas de BT, de los interruptores de las mismas.

Las órdenes de apertura no tendrán condiciones y las de cierre evitarán acoplamientos entre las llegadas.

El selector en REMOTO, transfiere su mando al PLC (Nivel 2).

➤ NIVEL 2

Selector en REMOTO, se tendrá mando en este nivel a través del PLC de los interruptores del sistema.

En este nivel habrá dos modos de operación seleccionables por pantalla y a través de los pulsadores luminosos que se deberán situar en la cabina de acoplamiento.

▪ *Transferencia en Manual*

Es el mando MANUAL de apertura y cierre por pantalla. La apertura de los interruptores se realiza sin condiciones, y el cierre sólo está habilitado si los mismos están disponibles; se bloquean las posibilidades de acoplamiento entre fuentes. En este modo de operación la transferencia automática está fuera de servicio.

▪ *Transferencia en automático*

Es el modo de operación por defecto.

La transferencia o conmutación actúa con el fin de garantizar la presencia de tensión en barras, actuando sobre los interruptores de llegada.

Hay disponibilidad al cierre de un interruptor si estando insertado, hay tensión a su llegada, no hay otro interruptor que alimente a la misma barra cerrado, no hay defecto en su barra, no hay anomalía de interruptor, hay tensión de control, etc.

La transferencia en automático se convierte en transferencia automática en servicio cuando hay falta de tensión en alguna barra, y está siempre vigilante o activa hasta que cierre el primer interruptor que se encuentre disponible a la llegada, según las prioridades del sistema.

Al cambiar el selector de LOCAL a REMOTO, si hay alimentación en las dos barras se respetará las posiciones de origen no conmutando, por no existir falta de tensión, independientemente de los estados de los interruptores de llegada y el de acoplamiento.

11.4. Transformador BT/BT (TCA-CT)

El transformador BT/BT del Centro de Transformación, denominado transformador de alumbrado (TCA-CT), tiene por función la alimentación al Centro de distribución de Fuerza y Alumbrado, CFA-CT, distribuyendo conductor de neutro, para posibilitar la alimentación de cargas monofásicas desde el embarrado de dicho Centro.

El transformador de alumbrado, se alojará en el interior de una cabina metálica en el lateral del Centro de Fuerza y alumbrado.

Los datos básicos y características fundamentales del transformador de alumbrado, TCA-CT, serán los siguientes:

11.4.1. Características generales

- Instalación:	Interior, en cabinas
- Tipo:	BT encapsulado
- Servicio	Continuo
- Aplicación	Fuerza y Alumbrado
- Potencia asignada:	400 kVA
- Número de fases:	3
- Número de devanados:	2
- Frecuencia asignada:	50 Hz
- Tensión asignada en BT, en vacío (primario):	400 V
- Tensión asignada en BT, en vacío (secundario):	400V
- Tipo de refrigeración:	AN/AN
- Clase aislamiento del primario:	F
- Calentamiento máximo medio admisible:	100°C
- Grupo de conexión:	Dyn11
- Tensión de cortocircuito:	4%
- Neutro de BT:	Accesible. Conectado rígidamente a tierra.
- Nivel de ruido máximo	s/EN 60076: 65dB(A)
- Potencia de cortocircuito de la red de alimentación:	45 MVA
- Conexiones de tierra:	1
- Placas de características:	2 (Trafo y Envolverte)

Tabla 28: Características eléctricas del transformador BT/BT

11.4.2. Instrumentación de control y protección

Se dotará al transformador de alumbrado de las siguientes protecciones e instrumentación de control:

- Cantidad:	3 (uno por fase)
- Sonda de medida:	PT-100
- Convertidor asociado:	Tipo electrónico con display común para las tres sondas
- Contactos auxiliares:	3 (Alarma, disparo)
- Salidas Analógicas:	4-20 mA

Tabla 29: Instrumentación de control y protección del transformador BT/BT

La protección de puesta a tierra del neutro del transformador, será realizada mediante el relé de tiempo inverso, 51N.

11.5. Centro de distribución de fuerza y alumbrado (CFA-CT)

El Centro de Distribución de Fuerza y Alumbrado barra de BT estará constituido por un conjunto de de módulos de distribución de fuerza y alumbrado, alimentados desde el transformador de alumbrado(TCA-CT), instalado en un compartimiento metálico adosado a los cuadros, y unido su secundario mediante cable de cobre al cuadro correspondiente a la acometida.

Desde este centro de distribución de fuerza y alumbrado se alimentarán en B.T. (400/400-230 V) aquellos servicios, no pertenecientes al proceso que requieran neutro. En general, se trata de los siguientes tipos de consumidores: Alumbrado, Tomas de Corriente, Puente-Grúas, Polipastos, Traceado Eléctrico de Tuberías, Ventilación, Aire Acondicionado, Resistencias de Caldeo en Cabinas, Motores, y Cuadros Diversos, Ascensores o Montacargas.

El Centro de Distribución de Fuerza y Alumbrado, se constituirá de los siguientes equipos cuyas características se describen a continuación:

11.5.1. Cuadros

Los módulos serán metálicos autoestables, grado de protección IP44, según normas IEC 60694, construidas con chapa de acero perfectamente lisa y plana.

Todo el equipo, y el conjunto completo, debe ser capaz de soportar sin daño todas las sollicitaciones mecánicas, térmicas y eléctricas originadas por un cortocircuito trifásico simétrico de 15 kA (valor eficaz) a 400 V.

El Centro de Distribución de Fuerza y Alumbrado estará formado por la siguiente disposición de Celdas:

- Cabina del transformador TCA
- Celda de Acometida.
- Celda de Medida.
- Celdas de Distribución.

11.5.2. Barras de potencia

El embarrado del Centro de Fuerza y Alumbrado estará compuesto por cuatro barras iguales (tres fases y neutro) de la misma sección y dimensión.

Estará diseñado para, montaje en interior, y soportará las solicitaciones térmicas y mecánicas de acuerdo con los niveles de cortocircuito. Cumplirá con las normas CEI 114, IEEE C37-20, e IEE C-37-23, tanto para el diseño como para el ensayo.

Las características, eléctricas, del embarrado del Centro de distribución de Fuerza y Alumbrado serán:

- Aislamiento:	0,6/1 k V
- Máxima tensión de servicio:	600 V
- Tensión nominal:	400 V
-Intensidad de diseño mínima:	1.400 A
-Intensidad simétrica de cortocircuito de diseño mínima:	15 kA
-Tensión de ensayo (BIL):	8 kV
-Temperatura ambiente, sobretensión:	40, + 55 °C
-Densidad máxima de corriente en servicio:	1 A / mm ²
-Grado de Protección:	IP-44

Tabla 30: Características eléctricas del embarrado del Centro de Fuerza y Alumbrado.

11.5.3. Interruptores

Los interruptores serán tetrapolares de corte al aire, en caja moldeada, del tipo TMAX de ABB, o similar.

A continuación se detallan las principales características de los distintos interruptores de los que se compondrán las distintas celdas del CFA-CT:

➤ *Celda de Acometida*

- Interruptor de Acometida:	
- Tipo de interruptor:	Caja Moldeada
- Intensidad nominal:	800 A

Tabla 31: Interruptores en celda de acometida del CFA-CT.

➤ *Celda de Distribución*

- Interruptores de Alimentaciones de Fuerza:	
- Tipo de interruptor:	Caja Moldeada
- Intensidad nominal:	250, 160 A
- Interruptores de Alimentaciones de Alumbrado:	
- Tipo de interruptor:	Caja Moldeada
- Intensidad nominal:	32 A

Tabla 32: Interruptores en celdas de distribución del CFA-CT.

11.5.4. Transformadores de medida y protección

Con el fin de obtener las medidas de tensión e intensidad, que correspondan, en las distintas Celdas del CFA-CT se montarán los siguientes transformadores de intensidad y tensión, cuyas características se indican a continuación:

➤ *Transformadores de Intensidad en Celda de Acometida:*

- Tipo:	Paso barra
- N° de fases:	Monofásico
- N° de transformadores:	3
- n° de secundarios:	1
- Secundario 1:	700/5 A; Clase 0.5

Tabla 33: Transformadores de Intensidad en celda de acometida del CFA-CT.

➤ *Transformadores de Tensión en Celda de Medida*

- N° de fases:	Monofásico
- N° de transformadores:	3
- n° de secundarios:	1
- Secundario 1:	$(400/\sqrt{3})/(110/\sqrt{3})$
- Clase de precisión:	Clase 0,5

Tabla 34: Transformadores de tensión en celda de medida del CFA-CT.

11.5.5. Relés de protección

El interruptor de acometida dispondrá de relé de protección electrónica con las siguientes selectividades:

-50	Relé instantáneo de sobreintensidad
-50N	Relé instantáneo de sobreintensidad (3F+N)
-51	Relé de sobreintensidad y tiempo.

Tabla 35: Selectividades de relés del Centro de Fuerza y Alumbrado.

En los restantes interruptores (en Celda de Distribución) la protección de sobreintensidad con disparo inverso e instantáneo, se realizará mediante relés directos magnetotérmicos.

Estos relés, estarán coordinados con los relés de los interruptores de escalones superiores.

11.5.6. Equipos de medida y visualización

Se dispondrá de analizador de redes en la Celda de Medida, de tal forma que se permita la visualización de las principales magnitudes eléctricas que existen en el embarrado del Centro de Fuerza y Alumbrado.

11.5.7. Intercambio de señales con el DCS

Se intercambiarán las siguientes señales:

- a) Estado del interruptor de acometida (Abierto, Cerrado y Disparado).
- b) Estado de interruptores de alimentación de fuerza (Abierto, Cerrado y Disparado).
- c) Estado de los interruptores de alimentación y de distribución de alumbrado (Disparado). Se trata de una única señal que recoge el paralelo del contacto de disparo de todos los interruptores, para ello, los contactos abiertos de cada interruptor se cablearán a través de bornas seccionables, una al menos, para poder sacar del paralelo aquellos interruptores sin servicio asignado.
- d) Estado de los interruptores de alimentación y de distribución de alumbrado (Abierto). Se trata de una única señal que recoge el paralelo del contacto NC de todos los interruptores, para ello, dichos contactos se cablearán a través de bornas seccionables, una al menos, para poder sacar del paralelo aquellos interruptores sin servicio asignado.

11.5.8. Mando y señalización

El mando de todos los interruptores, y del seccionador-conmutador en carga, se realizará en local, por medio de la palanca correspondiente.

11.6. Cuadros de Servicios Interiores del Centro de Transformación

Se dotará al Centro de Transformación de dos (2) Cuadros de tipo mural, para servicios interiores de corriente alterna y corriente continua.

La alimentación al embarrado del Cuadro de Servicios Interiores de corriente alterna (CAI-CT) se realizará desde dos interruptores contenidos en el Centro de Distribución de Fuerza y Alumbrado. El primer interruptor alimentará servicios de alumbrado del Centro y el segundo de ellos, servicios de Fuerza. Por ello el Cuadro estará compartimentado a su vez en dos conjuntos correspondientes a fuerza y alumbrado respectivamente.

La alimentación al embarrado del Cuadro de Servicios Interiores de corriente continua (CCI-CT) se realizará desde dos interruptores externos al Centro de Transformación. Las dos alimentaciones serán redundantes con capacidad de alimentar el 100% de los servicios cada una de ellas. Por ello el Cuadro estará compartimentado a su vez en dos conjuntos análogos que cubrirán todos los servicios necesarios.

Las características de los Cuadros de Servicios Interiores, son las siguientes:

11.6.1. Cuadro de Servicios Interiores de corriente alterna (CAI-CT)

<u>-CARACTERÍSTICAS GENERALES</u>	
- Tensión asignada de aislamiento:	600 V
- Tensión de servicio:	400/230 V
- Margen de variación de tensión:	±10%
- Frecuencia asignada:	50 Hz
- Niveles de aislamiento:	400 V
- Tensión de prueba a 50 Hz 1 min:	2,5 kV
- Tensión de prueba a impulso tipo rayo (BIL):	8 kV
<u>SUBCUADRO DE SERVICIOS DE FUERZA</u>	
- Embarrado general:	200 A (Mín.)
- Interruptores:	100 A, 50 A , 16 A, 6 A
- Intensidad de cortocircuito (1 seg.):	15 kA (Mín.)
- Tipo de conexión Red:	Neutro rígido a tierra.
- Tipo de interruptor:	Modular magnetotérmico Tetrapolar, Bipolar
- Grado de protección:	IP 44
<u>SUBCUADRO DE SERVICIOS DE ALUMBRADO</u>	
- Embarrado general:	50 A (Mín.)
- Interruptores:	10 A ; 6 A
- Intensidad de cortocircuito (1 seg.):	15 kA (Mín.)
- Tipo de conexión Red:	Neutro rígido a tierra.
- Tipo de interruptor:	Modular magnetotérmico Tetrapolar, Bipolar
- Grado de protección:	IP 44

Tabla 36: Características eléctricas del Cuadro de servicios interiores de corriente alterna

11.6.2. Cuadro de Servicios Interiores de corriente continua (CCI-CT)

- Tensión asignada de aislamiento:	600 V
- Tensión de servicio:	125 Vcc
- Margen de variación de tensión:	+ 10% - 18%
- Embarrado (Dos):	50 A (Mín.)
- Interruptores:	20 A; 16 A; 6 A
- Intensidad de cortocircuito (1 seg.):	10 kA (Mín.)
- Tipo de interruptor:	Modular magnetotérmico Bipolar
- Grado de protección:	IP 44

Tabla 37: Características eléctricas del Cuadro de servicios interiores de corriente continua.

11.7. Sistema de detección de incendios del Centro de Transformación

Se dotará a la Instalación de un sistema automático de detección de incendios en el interior del edificio del Centro de Transformación para garantizar la seguridad del mismo y aumentar la seguridad.

El sistema automático de detección de incendios será instalado a pesar de no ser obligatorio según la normativa vigente impuesta por el “Reglamento Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales” (Real Decreto 2267/2004).

Dicho Reglamento establece que no es necesario dotar de un sistema automático de detección de incendios a establecimientos industriales de TIPO B si su superficie es inferior a 1000 m², como es el caso.

El Sistema de Detección de Incendios tendrá como función, la detección de cualquier incendio que pudiese producirse en el interior del Centro de Transformación, excluyéndose cualquier función de extinción del mismo.

Se compondrá de los siguientes elementos, que funcionarán a una tensión de servicio de 230 Vac/50 Hz, que serán alimentados desde un Cuadro de BT de Central.

-DETECTORES DE HUMO:

- Tipo Ópticos (Detección fuegos lentos)
- Tipo Óptico-térmicos (Detección de fuegos rápidos)

-MÓDULOS AUXILIARES:

- De Control direccionable.
- Aisladores de Cortocircuitos.

- SEÑALIZACIÓN ALARMA:

- Pulsadores.
- Sirena electrónica.

El Sistema de detección de incendios del CT-SAT se unirá a un lazo del Sistema de Contra Incendios de la Central.

11.8. Sistema de extracción mecánica del Centro de Transformación

Se dotará al Centro de Transformación con dos sistemas de extracción mecánica totalmente independientes, uno corresponderá a la caseta del propio Centro de Transformación y el otro corresponderá a las Cabinas de los transformadores principales (MT/BT) del Centro de Transformación.

Dichos sistemas de extracción mecánica serán capaces de evacuar el calor generado por los distintos equipos y componentes que se alojen en el interior de los recintos sobre los que actúan.

11.8.1. Sistema de extracción de la caseta del Centro de Transformación

La evacuación de aire caliente en el interior de la Caseta del Centro de Transformación, se realizará mediante extracción mecánica (forzada) mediante un extractor helicoidal de mural, capaz de extraer el caudal de aire necesario, hacia el exterior.

La entrada del aire necesario, para mantener el volumen de aire constante en el interior de la Caseta y que el flujo de aire de ventilación sea continuo, se realizará mediante rejillas de inyección de aire, en las paredes de la caseta del CT-SAT.

Las características del Sistema de Extracción, serán:

-TIPO DE EXTRACCIÓN:	FORZADA.
-EXTRACTOR:	HELICOIDAL DE MURAL.
-Tensión alimentación:	230 V/ 50 Hz.
-Número de polos:	4
-Protección:	IP-65
-Potencia absorbida:	340 W
-Velocidad:	1.200 r.p.m.
-Caudal:	5.070 m ³ /h
-CONTROL:	Conexión-desconexión por termostato.
-Temperatura:	40 °C
-HUECO DE INSTALACIÓN (aprox):	500 mm x 500 mm

Tabla 38: Sistema de extracción mecánica de la caseta del Centro de Transformación.

11.8.2. Sistema de extracción en las Cabinas de los transformadores MT/BT

La evacuación de aire caliente en el interior de las Cabinas de los transformadores principales del CT-SAT, se realizará mediante extracción mecánica (forzada) capaz de extraer el calor disipado por los transformadores, en el interior de sus envolventes.

El calor disipado por los transformadores, en el interior de sus envolventes, será evacuado hacia el exterior del CT-SAT por medio de sendos conductos de ventilación, que discurrirán desde las envolventes hasta las paredes laterales del CT-SAT.

Este sistema de extracción será alcance, en su totalidad, del Suministrador de las Cabinas de los transformadores.

11.9. Alumbrado del Centro de Transformación

El sistema de alumbrado tiene como función proporcionar los niveles de iluminación idóneos para el desarrollo de las actividades de explotación (operación y mantenimiento) del CT-SAT, así como proporcionar un nivel de iluminación adecuado en las inmediaciones del exterior de la caseta del CT-SAT.

El alumbrado está dividido en dos subsistemas:

11.9.1. Alumbrado exterior de la caseta del Centro de Transformación

El alumbrado exterior de la caseta del CT-SAT cubrirá las necesidades mínimas de iluminación en una superficie, perimetral, al exterior de la caseta del CT-SAT. Los viales y turbinas próximas dispondrán de su propio sistema de alumbrado.

Así mismo, dicho Sistema de alumbrado exterior estará controlado mediante una célula fotoeléctrica, que controlará el funcionamiento en función de la intensidad lumínica exterior.

El alumbrado exterior de la caseta del CT-SAT estará constituido, fundamentalmente, por la siguiente dotación:

-ALUMBRADO EXTERIOR DEL CT-SAT:	
-Tensión de Servicio:	400 V
-Tipo de luminarias:	Exteriores, de pared.
-Número de luminarias::	10
-Potencia, unitaria, luminarias:	35 W

Tabla 39: Características del sistema de alumbrado exterior de la caseta del Centro de Transformación.

Presentará los siguientes niveles de iluminación, de acorde a los Criterios exigidos por la Sociedad explotadora de la Central, para zonas de viales de paso infrecuente:

<i>- Nivel mínimo de Iluminación:</i>	
-Valor, mínimo, exigido:	50 lux
-Valor calculado:	59 lux
<i>- Coeficiente de uniformidad respecto al valor medio:</i>	
-Valor, mínimo, exigido:	0,60
-Valor calculado:	0,61
<i>- Coeficiente de uniformidad respecto al valor máximo:</i>	
-Valor, mínimo, exigido:	0,45
-Valor calculado:	0,46

Tabla 40: Valores de iluminación de alumbrado exterior de la caseta del Centro de Transformación.

11.9.2. Alumbrado interior de la caseta del Centro de Transformación

El alumbrado interior, de la caseta del Centro de Transformación, garantizará unos niveles mínimos de iluminación a los pasillos interiores de la caseta del CT-SAT, permitiendo la correcta operación y mantenimiento del Centro, bajo cualquier circunstancia.

El alumbrado interior de la caseta del CT-SAT se subdividirá en tres zonas diferenciadas: una zona corresponderá al pasillo central de la caseta, mientras que las dos zonas restantes corresponderán a los pasillos de trabajo de las Cabinas de BT y del Centro de Fuerza y Alumbrado, respectivamente.

El alumbrado interior de la caseta del CT-SAT estará controlado mediante interruptores conmutados, permitiéndose así la posibilidad de encender el alumbrado desde diferentes puntos de la caseta. Dicho alumbrado estará constituido y distribuido de la siguiente manera:

-ALUMBRADO INTERIOR DEL CT-SAT:	
-Tensión de Servicio:	400 V
-Tipo de luminarias:	Fluorescentes
-Potencia, unitaria, luminarias:	2 x 35 W
-Número de luminarias:	9
-Distribución	
-Pasillo Central:	4
-Pasillo de Cabinas BT	2
-Pasillo de CFA-CT	3

Tabla 41: Características del sistema de alumbrado en el interior de la caseta del Centro de Transformación.

Presentará los siguientes niveles de iluminación, de acorde a los Criterios exigidos por la Sociedad explotadora de la Central para zonas de Salas Eléctricas, requisito que se cumple en todos los casos para la configuración propuesta:

- Nivel mínimo de Iluminación:	
-Valor, mínimo, exigido:	300 lux
-Valor, calculado, en Pasillo Central	388 lux
-Valor, calculado, en Pasillo de CBT-CT	326 lux
-Valor, calculado, en Pasillo de CFA-CT	310 lux
- Coeficiente de uniformidad respecto al valor medio:	
-Valor, mínimo, exigido:	0,60
-Valor, calculado, en Pasillo Central	0,79
-Valor, calculado, en Pasillo de CBT-CT	0,77
-Valor, calculado, en Pasillo de CFA-CT	0,73
- Coeficiente de uniformidad respecto al valor máximo:	
-Valor, mínimo, exigido:	0,45
-Valor, calculado, en Pasillo Central	0,68
-Valor, calculado, en Pasillo de CBT-CT	0,63
-Valor, calculado, en Pasillo de CFA-CT	0,57

Tabla 42: Valores de iluminación de alumbrado en el interior de la caseta del Centro de Transformación

11.10. Sistema de fuerza en interior de caseta del Centro de Transformación

Con el fin de posibilitar la realización de distintos trabajos de mantenimiento y operación en el interior de la caseta del CT-SAT, se ha dotado a la instalación del CT-SAT de un Sistema de Fuerza, en interior, para la caseta del Centro de Transformación.

Dicho Sistema de Fuerza, se compone una caja auxiliar de fuerza con la siguiente dotación:

-CAJA AUXILIAR DE FUERZA (CFAUX-CT):	
-Tomas Trifásicas:	2
-Intensidad Nominal toma:	63 A
-Tensión de servicio:	400 V
-Tomas monofásicas:	3
-Intensidad Nominal toma:	16 A
-Tensión de servicio:	230 V

Tabla 43: Dotación de Caja auxiliar de Fuerza en Interior de caseta del CT-SAT.

11.11. Cargas de consumo

11.11.1. Cargas en Centro de fuerza y alumbrado

Desde el Cuadro de Fuerza y Alumbrado (CFA-CT) se dará cobertura a los Servicios de menor entidad de la Instalación, tales como:

- Alimentaciones de Alumbrado.
- Alimentaciones de Fuerza, en exterior.
- Alimentaciones de Equipos Secundarios de Contra-Incendios.
- Alimentaciones de Montaje y Reserva.

Las cargas de consumo de los servicios, anteriormente mencionados, son las que se muestran a continuación:

-ALIMENTACIONES DE ALUMBRADO	
CARGA	CONSUMO ESTIMADO (kVA)
- ALUMBRADO TG5:	5,75
- ALUMBRADO TG6:	6,38
- ALUMBRADO TG7:	5,75
- ALUMBRADO TG8:	5,75
- ALUMBRADO TG9:	5,75
- ALUMBRADO SERV. INTERIORES:	5,79
- RESERVA 1:	5,75
- RESERVA 2:	5,75
-TOTAL ALIMENTACIONES DE ALUMBRADO:	46,67

Tabla 44: Consumos de servicios ligados a alumbrado

-ALIMENTACIONES DE FUERZA, EN EXTERIOR	
CARGA	CONSUMO ESTIMADO (kVA)
- FUERZA TG5:	140,01
- FUERZA TG6:	140,01
- FUERZA TG7A:	82,25
- FUERZA TG7B:	72,64
- FUERZA TG8A:	82,25
- FUERZA TG8B:	72,64
- FUERZA TG9A:	77,87
- FUERZA TG9B:	72,64
- RESERVA A:	72,64
- RESERVA B:	72,64
- FUERZA INTERIOR ⁽¹⁾ :	41,44
- TOTAL ALIMENTACIONES FUERZA EXTERIOR:	927,03

Tabla 45: Consumos ligados a servicios de Fuerza

(1): Incluido el consumo de extracción mecánica de la caseta del Centro de Transformación.

-ALIMENTACIONES DE EQUIPOS SECUNDARIOS DE CONTRA-INCENDIOS	
CARGA	CONSUMO ESTIMADO (kVA)
- ALUMBRADO CI:	5,2
- RED DE ENCHUFES:	12,48
- CLIMATIZACIÓN:	16,63
- CASETA GASÓLEO:	24,94
- RESERVA 1:	11,63
- RESERVA 2:	3,73
TOTAL EQUIPOS SECUNDARIOS DE CI:	74,61

Tabla 46: Consumos de Equipos Secundarios de Contra-Incendios

-ALIMENTACIONES DE MONTAJE Y RESERVA DE BT	
CARGA	CONSUMO ESTIMADO (kVA)
- MONTAJE:	119,16
- RESERVA BT1:	89,375

Tabla 47: Consumos ligados a montaje y reserva del Centro de Fuerza y Alumbrado

11.11.2. Demanda total en Centro de fuerza y alumbrado

Tras aplicar la correspondiente simultaneidad entre los distintos Servicios que se alimentarán desde el CFA-CT, se obtendrá finalmente la demanda que debe satisfacerse desde dicho Centro, resultando:

DEMANDA EN CFA-CT			
SERVICIO	CONSUMO SERVICIO (kVA)	Simultaneidad Conjunta	CONSUMO CORREGIDO (KVA)
- ALUMBRADO	46,67	1	46,67
- FUERZA	927,04	0,17	157,60
- EQ. SECUNDARIOS DE CI	74,60	0,6	44,76
- MONTAJE	119,16	0,6	71,50
- RESERVA BT1	89,375	0,3	26,81
- DEMANDA TOTAL EN CFA-CT:			347,34

Tabla 48: Demanda total en Barras del Centro de Fuerza y Alumbrado

11.11.3. Cargas de consumo en Cabinas de BT

Desde las Cabinas de BT se dará cobertura a los Servicios de mayor entidad de la Instalación, tales como:

- Alimentaciones de SS.AA de turbinas.
- Alimentaciones a Equipos Principales de edificio Contra-Incendios.
- Alimentaciones a Columna de CCM's. (Una de las salidas, corresponderá a la alimentación de Equipos Principales de edificio Contra-Incendios).
- Alimentación a Cuadro de Fuerza y Alumbrado (mostrada en el apartado anterior).

Las cargas de consumo de los servicios, anteriormente mencionados, son las que se muestran a continuación:

	- ALIMENTACIONES DE SS.AA. DE TURBINAS				
	CONSUMOS (KVA)				
CARGA	SEGÚN MODO DE FUNCIONAMIENTO DE TURBINA				SEGÚN SITUACIÓN MÁS DESFAVORABLE DE EXPLOTACIÓN ⁽¹⁾
	STAND-BY	ARRANQUE	NORMAL	PARADA	
- SS.AA TG5:	56,10	246,10	172,90	85,10	56,10
- SS.AA TG6:	120,00	315,00	268,00	140,00	315,00
- SS.AA TG7:	120,00	315,00	268,00	140,00	268,00
- SS.AA TG8:	120,00	315,00	268,00	140,00	120,00
- SS.AA TG9:	120,00	315,00	268,00	140,00	120,00
- RESERVA 1:	120,00	315,00	268,00	140,00	120,00
- RESERVA 2:	120,00	315,00	268,00	140,00	120,00
-TOTAL ALIMENTACIONES DE SS.AA.:					1.119,10

Tabla 49: Demanda de SS.AA. de turbinas

(1) El consumo, estimado, para dar servicio a dichas alimentaciones de SS.AA, se ha abordado desde dos puntos de vista diferenciados, por un lado el consumo de los SS.AA., propios, de cada turbina según su modo de funcionamiento, y por otro debe considerarse la situación factible de explotación, más desfavorable, del conjunto de todas ellas.

Se considerará como la situación factible de explotación, más desfavorable, la siguiente:

- Una (1) turbina operando en modo arranque, se supondrá TG6
- Una (1) turbina operando en modo de funcionamiento normal, se supondrá TG7.
- El resto de turbinas, en Stand-by.

-ALIMENTACIONES DE EQUIPOS PRINCIPALES DE CONTRA-INCENDIOS	
CARGA	CONSUMO ESTIMADO (kVA)
- CONTRA-INCENDIOS (Motores Principales y Bombas Jockey):	137,50
-PUENTE GRÚA:	0 ⁽¹⁾
- RECTIFICADOR BATERIAS:	13,33
- RESERVA:	5,00
TOTAL EQUIPOS PRINCIPALES DE CI	155,83

Tabla 50: Consumos ligados a equipos principales de Contra-Incendios

(1) El consumo, previsto para la alimentación del **Puente Grúa** es de **18,75 KVA**, pero debido a una simultaneidad nula con la alimentación de Contra-Incendios, en la tabla aparece como carga sin consumo explícito. En el caso de que este consumo hubiese sido superior al del conjunto de cargas en explotación, este consumo sería el que determinaría el nominal mayor, más desfavorable del Sistema de Contra-Incendios.

ALIMENTACIONES DE COLUMNA DE CCM'S	
CARGA	CONSUMO ESTIMADO (kVA)
- EQ. PRINCIPALES DE CI:	155,89
- FEEDER 2:	69,29
- FEEDER 3:	66,52
- FEEDER 4:	48,78
- FEEDER 5:	26,19
- FEEDER 6:	13,10
- FEEDER 7:	13,10
- FEEDER 8:	13,10
- TOTAL COLUMNA DE CCM'S:	405,95

Tabla 51: Consumos de columna CCM

11.11.4. Demanda total en Centro de Transformación

Tras aplicar la correspondiente simultaneidad entre los distintos Servicios que se alimentarán desde las Cabinas de BT, se obtendrá finalmente la demanda que debe satisfacerse desde dichas Cabinas, y por tanto, la demanda total del Centro de Transformación, resultando:

DEMANDA EN CT-SAT			
SERVICIO	CONSUMO SERVICIO (kVA)	Simultaneidad Conjunta	CONSUMO CORREGIDO (KVA)
- SS.AA. TURBINAS:	1.119,10	1	1.119,10
- COLUMNA CCM'S:	405,95	0,4	162,38
- CFA-CT:	347,34	0,8	277,87
- DEMANDA TOTAL EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:			1559,35

Tabla 52: Demanda Total del Centro del Transformación

11.12. Cables de BT

Los cables serán de cobre con aislamiento seco de XLPE, no propagadores de la llama ni del incendio de acuerdo con las normas CEI -332.1 y CEI -332.3, de baja emisión de humos. Los cables de control o de comunicaciones serán libres de halógenos, y bajo índice de toxicidad.

Los criterios de diseño serán los siguientes: El nivel de aislamiento (U_0/U) de los cables de baja tensión que se utilicen, serán los siguientes:

-Cables de potencia sistema 400 V :	0,6/1 kV
-Cables de potencia sistema 400 -230 V:	0,6/1 kV
-Cables de potencia sistema 125 Vcc:	0,6/1 kV
-Cables de potencia sistema 230 Vca:	0,6/1 kV
-Cables de control a 125 Vcc.:	0,6/1 kV
-Cables de control, señales débiles	300/550 V

Tabla 53: Valores nominales de diseño de Cables de BT

El aislamiento de todos los cables de Baja Tensión y de control será de XLPE con cubierta PVC-ST2.

Los cables de fuerza estarán diseñados de forma que en régimen permanente a plena carga la temperatura del conductor no exceda de 90 °C, con conductor de flexibilidad clase 2 y no dispondrán de pantalla.

Los cables de control serán de conductor flexible clase 5 y dispondrán de pantalla.

Los cables de control para señales digitales serán simplemente apantallados y trenzados, mientras que los de señales analógicas serán trenzados por pares y apantallados.

Los cables de potencia de Baja Tensión no dispondrán de pantalla.

El número máximo de conductores por cable será de 4 octetos (32 hilos) para señales analógicas, y de 2 conjuntos de tres ternas (18 hilos) para señales Pt100.

Los cables de potencia de sección mayor o igual a 185 mm², serán unipolares hasta 400 mm². No se instalarán cables de sección superior a 400 mm², salvo casos especiales de corrientes de generación.

Las secciones mínimas de cables de control y medidas serán las siguientes:

De instrumentos a Cajas	1,5 mm ²
De cajas a Marshalling	1,0 mm ²
De cajas Marshalling a cabinas de electrónica	0,5 mm ²
Medidas de Intensidad (4 hilos, apantallados)	6,0 mm ²
Medidas de Tensión (4 hilos, apantallados)	6,0 mm ²

Tabla 54: Secciones mínimas de cables de control

El dimensionado de los cables de potencia se hará considerando la menor sección, de todas las posibles que cumplan con las condiciones que se indican a continuación:

a) Por Capacidad de Carga

Los cables para la alimentación de equipos desde las cabinas de Baja Tensión, o desde los Centros de Control de Motores, serán capaces de transportar permanentemente el 110%, aproximadamente, de la intensidad a plena carga del equipo, una vez aplicados los coeficientes de corrección aplicables en función de sus tendidos. Se considerará que la temperatura para cables tendidos al aire es de 40 °C, y para los enterrados, 25 °C. La intensidad nominal se hará para una tensión nominal reducida en un 5%, al ser el margen de variación posible del sistema.

Los cables que alimenten los primarios de los Transformadores de MT/BT y embarrados de BT asociados, serán capaces de transportar, permanentemente, el 125%, aproximadamente, de la intensidad nominal de los transformadores.

Los cables que alimenten los Centros de Control de Motores, serán capaces de transportar el 100% de la intensidad nominal de la barra.

En el dimensionado de los cables se tendrán en cuenta todos los coeficientes de corrección que dependan de las condiciones de montaje, y estarán de acuerdo con las normas CEI, tomando aquellos que sean más restrictivos.

b) Por Cortocircuito

La sección mínima de los cables de alimentación a barras de Baja Tensión del sistema de 400 V, se determinará en función de la máxima intensidad de cortocircuito, considerando como tiempo de despeje de la falta 500 ms, y con una temperatura del conductor de 200 °C. Los cables de salidas de barras hacia consumidores se calcularán a cortocircuito, sobre el valor que aparecería en el extremo final, comprobando su validez para soportar la corriente de cortocircuito que les atraviesa.

c) Por Caídas de Tensión

Los cables se dimensionarán de forma que la caída de tensión en los mismos, con carga nominal, no exceda de los siguientes valores:

- Alimentaciones a CCM:	1,5 %
- Alimentaciones a 'trafos de alumbrado:	1 %
- Alimentaciones a motores (P<75 kW) desde CCM:	3 %
- Alimentaciones diversas desde CCM, $I \leq 75\text{kW}$:	2,5 %
- Alimentación a barras de 400-230V	0,5 %
- Alimentación a Armarios de 400-230V	1,5 %
- Circuitos de distribución de 400-230V	3 %
- Motores de P> 75 kW	3%
- Motores de P> 75 kW, arrancando	10%

Tabla 55: Máximas caídas de tensión permitidas en Cables de BT, según servicios.

11.13. Canalizaciones y bandejas de cables

Existirán tres tipos de canalizaciones, en función del servicio de los cables instalados en ellas. Cada tipo de cable irá tendido en una canalización diferente, de acuerdo con el servicio que realice y el nivel de tensión como se indica a continuación:

- Cables de Media tensión, 15 kV
- Cables de potencia de Baja Tensión, 400 V (Servicios auxiliares, Fuerza y Alumbrado Exterior)
- Cables de control e instrumentación.

Se hará una previsión de espacio para canalización independiente para aquellos casos que puedan tener un requerimiento especial. Esta previsión puede consistir en una separación física dentro de la propia canalización de control cuando se trate de bandejas.

Los pasos de cables entre recintos o áreas diferentes dispondrán de sistema de protección pasiva, mediante sellado de huecos y cables, como protección contra incendios.

Las ampliaciones o modificaciones de las canalizaciones existentes se harán, en la medida de lo posible, con materiales y criterios iguales o similares a los existentes.

En los tramos en los que la canalización discurra bajo zanja, los cables se alojarán en el interior de tubos de PVC corrugados de doble capa. Los tubos se dimensionarán de manera que el criterio de llenado no supere el 50%.

En los tramos en los que la canalización discurra por el exterior los cables se dispondrán en bandejas tipo escalera, de acero galvanizado en frío, y con rigidez suficiente para soportar el peso de los cables.

El diseño se realizará de forma que el grado de llenado de las bandejas, para cables de BT y control, no supere el 50%. En el caso de los cables de MT que estén en proximidad, se tenderán en una sola capa con una separación mantenida entre ellos, de al menos, un diámetro.

La disposición de bandejas, para instalación aérea normalmente será, de arriba a abajo, de acuerdo con el siguiente orden (para bandejas en zanjas el orden será el inverso):

1. Bandejas para cables de Media Tensión, 15 kV.
2. Bandejas para cables de potencia de BT (SS.AA. Fuerza y Alumbrado)
3. Bandejas para cables de control e instrumentación.
4. Previsión de espacio para bandejas de cables especiales.

El radio mínimo de curvatura de las bandejas vendrá determinado por las características físicas de los cables. En cualquier caso no será inferior a 300 mm.

En las bandejas de MT, los cables irán tendidos en una capa, y siempre que sea posible, con separación de al menos un diámetro entre cables tripolares o ternas de 3 cables unipolares. En los casos en que estos cables o ternas vayan en contacto, se considerará el correspondiente factor reductor de carga de los mismos.

En las bandejas superpuestas (horizontal o verticalmente), la altura libre disponible será de al menos 100 mm. Únicamente en el caso de bandejas de 150 mm se admiten alturas de 80 mm. Además la distancia entre las bases de las bandejas será de 300 mm.

La unión entre largueros y peldaños se realizará mediante soldadura eléctrica.

Los acoplamientos de bandejas se harán con dispositivos de rápida sujeción que no disminuirán la resistencia de las bandejas.

Se dará continuidad eléctrica a los distintos tramos de bandejas por medio de cable de cobre desnudo y flexible.

Para proteger los cables, individuales o agrupaciones de pocos cables, desde su abandono de las bandejas hasta los equipos o instrumentos, se utilizarán conductos metálicos tipo conduit de la sección adecuada. Los conductos serán metálicos, de acero estirado sin soldadura y electrogalvanizados, con rosca NPT. No se utilizarán codos en

los cambios de dirección, salvo en los casos en que exista riesgo de daño a los cables por agentes externos.

Los conductos no llegarán a las cajas de bornas, sino que existirá un tramo de cable al aire. La entrada de cables a los equipos, cajas e instrumentos se realizará por prensaestopas.

Los extremos de los conductos se protegerán con objeto de evitar el deterioro de los cables.

Las cajas de tiro y derivación tendrán una protección IP-55, si se usan en el exterior de edificios, e IP-43 si se usan en el interior.

En áreas interiores, para las instalaciones de alumbrado, telefonía y megafonía, se podrán utilizar conductos de pared fina, según norma DIN 49020 y rosca métrica, según norma DIN 40430.

En áreas exteriores los cables podrán ir bajo bancos de conductos enterrados, con arquetas de tiro y derivación cada 30 m, como máximo. También podrán utilizarse bandejas instaladas sobre zanjas de hormigón (canalillos) protegidas con tapas de hormigón, con marco exterior en "L", para asiento de tapa sin descarnado de arista de zanja.

No se admitirá ningún cable directamente enterrado o sin protección (bandejas, conduit o tubo).

11.14. Sistema de Puesta a Tierra

El Sistema de Red de Tierra tiene como función garantizar la seguridad de las personas y de los equipos que formen parte de la instalación, contra la aparición de potenciales peligrosos, tanto en valor absoluto como en gradiente, que podrían aparecer en condiciones de falta. Para su determinación se tendrá en cuenta la presencia física de la Red de puesta a tierra, de la Turbina de Gas, TG6, en el área de implantación del nuevo CT-SAT. Ello obliga al dimensionamiento de la Red de PaT del nuevo CT-SAT considerando la existencia de la instalación de PaT de TG6, ya implantada y cuyos valores se muestran a continuación:

Instalación de PaT de TG6	
- Intensidad, máxima de defecto:	2 kA
- Resistencia de puesta a tierra:	0,456 Ω
- Tensión de Paso admisible:	9.940 V
- Tensión de Contacto admisible:	3.235 V

Tabla 56: Valores nominales de la Instalación de PaT de TG6

Considerando la anterior circunstancia, comentada, se propuso la siguiente metodología para la determinación de la red de PaT del CT-SAT:

- Obviar la existencia de la Red de puesta a tierra de TG6.
- Calcular, de acorde a la normativa vigente, la Instalación de puesta a tierra más sencilla que se precise en el CT-SAT, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 - Se admitió válida la suposición de que las condiciones del terreno en la zona de implantación del CT-SAT, eran las mismas que las existentes en la zona del terreno de implantación de la turbina de gas TG5.
 - La profundidad de la Instalación de la red de PaT es 0,5 m.
 - No van a existir los fallos simultáneos con PaT, al ser sistemas eléctricos independientes y diferentes.
- Comparación de la red de PaT obtenida, para el Centro de Transformación, con la Instalación de PaT de la Turbina TG6:
 - Si la Instalación calculada para el CT-SAT es menos favorable que la red de PaT de TG6, se establecerá que la Red de puesta a tierra de TG6 se constituye como única, y la Instalación de PaT del CT-SAT se conformará mediante un anillo perimetral, al mismo, unido mediante latiguillos a la Red de PaT de TG6.
 - Si los resultados obtenidos fuesen más favorables, se considerará la conveniencia, o no, de constituirse la red de PaT del CT-SAT independiente de la Instalación, homónima, de TG6.

Las características, necesarias, del CT-SAT para la determinación de su Instalación de PaT, se muestran a continuación:

- Barras	MT-TSA's	CBT-CT	CFA-CT
- Tensión nominal:	15 kV	0,4 kV	0,4 kV
- Frecuencia:	50 Hz	50 Hz	50 Hz
- Intensidad de defecto, monofásico, máxima, en Instalación de PaT	0 A	5 A	14,78 A
- Tiempo de despeje de falta (ts):	0,5 s	0,5 s	0,5 s
- Régimen de neutro:	Neutro aislado	Resistencia de alto valor	Rígido a tierra

Tabla 57: Valores de cálculo de Instalación de PaT

Realizado el cálculo de la Red de PaT del CT-SAT según los procedimientos establecidos, a tal efecto, tanto por el MIE-RAT (Reglamento sobre Centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación) como por el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) se comprueba que la red de PaT de la Turbina TG6 es superior en posibilidades, y por tanto la red de PaT del CT-SAT se conformará mediante un anillo perimetral, al CT-SAT, enterrado a 0,5 m de profundidad que será interconexionado a la red de PaT de TG6 mediante latiguillos de Cobre en cuatro puntos, diametralmente opuestos, del anillo. Sirviendo esta última como disipadora de los corrientes de falta y referencia de tensión.

Así mismo, cumpliendo con la normativa vigente, todos los elementos y equipos metálicos de la instalación del CT-SAT deberán estarán unidos a dicho anillo perimetral, dando cumplimiento a las exigencias descritas en la ITC-13 MIE-RAT del “Reglamento sobre Centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación”.

Respecto a la Interconexión entre las redes de puesta a tierra del CT-SAT y de otras Instalaciones de la Central se realizarán, conforme a lo establecido por la norma MIE-RAT-13.3.

Dicha norma establece que las interconexiones se realizarán con cable de Cu de 185 mm² teniendo en cuenta que para dicha sección no se sobrepase el límite de temperatura de 200 °C, para una densidad de corriente de 160 A/mm², en una configuración "Normal" de la red, pudiéndose alcanzar el límite de 300 °C, con una densidad de 192 A/mm² con una configuración "No Habitual".

Resultando:

Enlace	Conductor
- Interconexión con red de PaT de Ibiza II	1 x 185 mm ² Cu
- Interconexión con red de PaT de TG5:	2 x 185 mm ² Cu

Tabla 58: Valores de dimensionamiento de los conductores de enlace entre redes de PaT.

11.15. Control, mando y protecciones

Para todo el Centro de Transformación se instalará un sistema de control-mando operado desde la sala de control de la Central. El sistema estará compuesto por:

a) Control PLC-Eléctrico

Se instalará un equipo de control programable para mando, control del Centro de Transformación.

Se incorporará dentro de un armario en el propio Centro de Transformación, e incluye:

- PLC de lógica programable, con: CPU, tarjetas de entradas y salidas, módulo de comunicaciones.
- Fuentes de alimentación redundantes, desde el cuadro de servicios interiores de CC del Centro de transformación.

- Relés y bornas de entrada y salida, con separación galvánica.

b) Equipo de SCADA de supervisión

Para el manejo y supervisión del PLC, se incluye un equipo SCADA, constituido por un PC, pantalla e impresora, y que permite visualizar completamente todas las funciones manejadas por el PLC.

El equipo se situará en la sala de control de la Central, y recogerá la supervisión de la señalización de todo el Centro de Transformación.

12. ANEXOS A LA MEMORIA

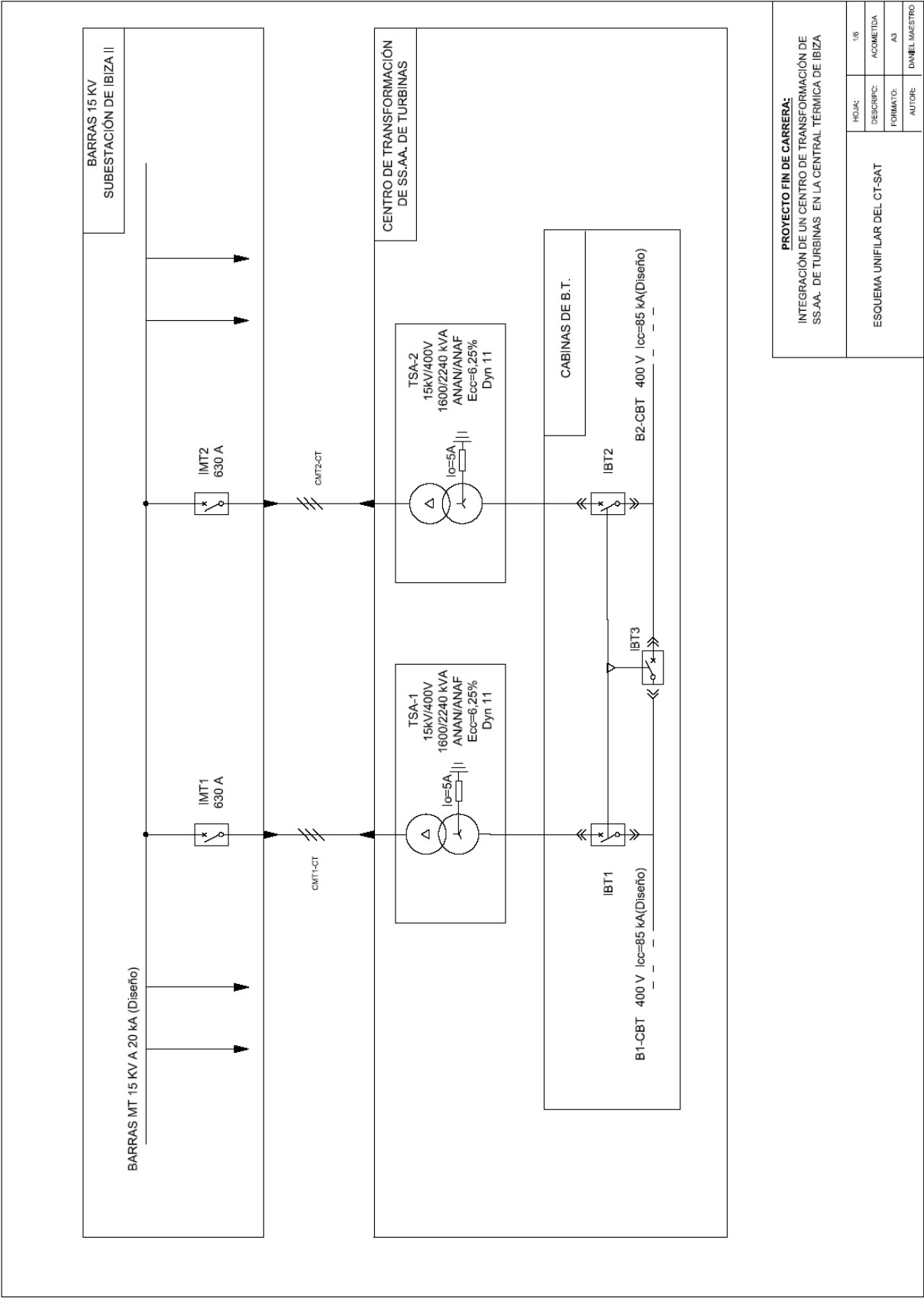
12.1. Esquemas eléctricos Unifilares

Se adjuntan los siguientes esquemas eléctricos unifilares del Centro de Transformación:

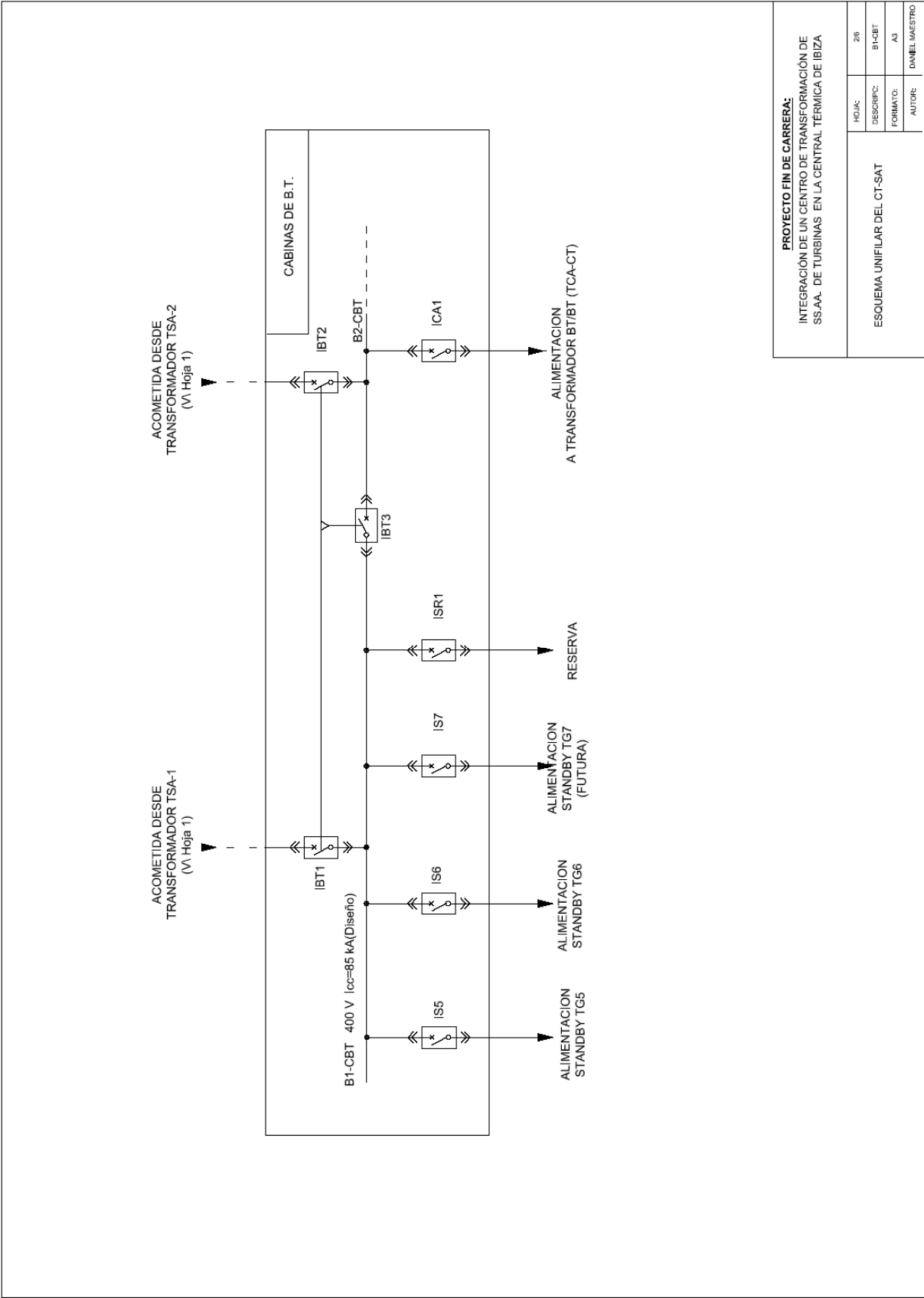
- Esquema Unifilar simplificado de la Instalación.
- Esquema Unifilar de protección y medida de Cabinas de BT.
- Esquema Unifilar de protección y medida del Centro de fuerza y alumbrado.
- Esquema Unifilar simplificado de servicios interiores de Corriente Alterna.
- Esquema unifilar simplificado de servicios interiores de 125 Vcc.

A continuación, tal y como se comentaba con anterioridad, se muestra el esquema Unifilar Simplificado de la Instalación, mediante una colección de seis planos, cada uno de los cuales representa una porción del plano original.

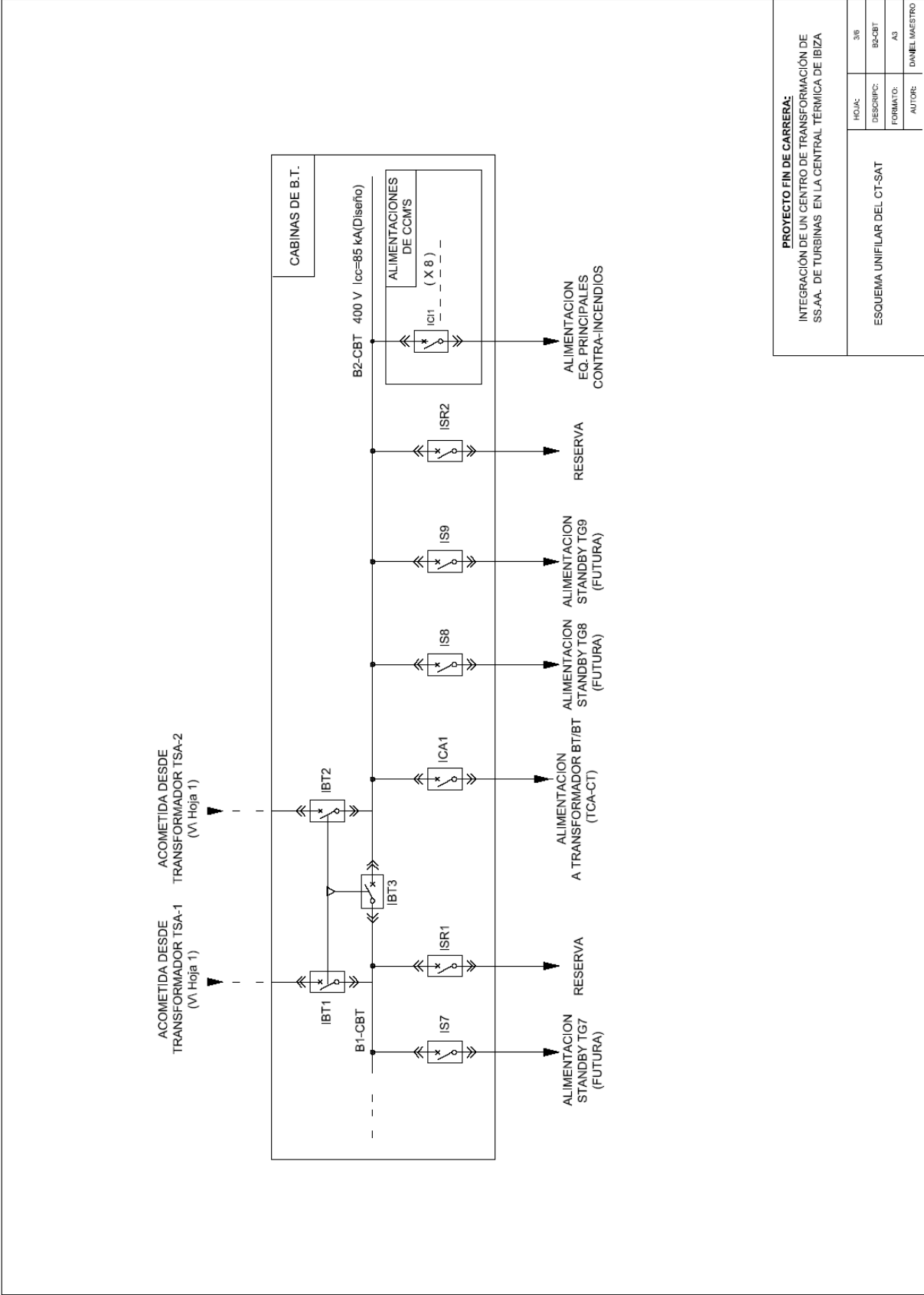
ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DE LA INSTALACIÓN (HOJA 1 DE 6)



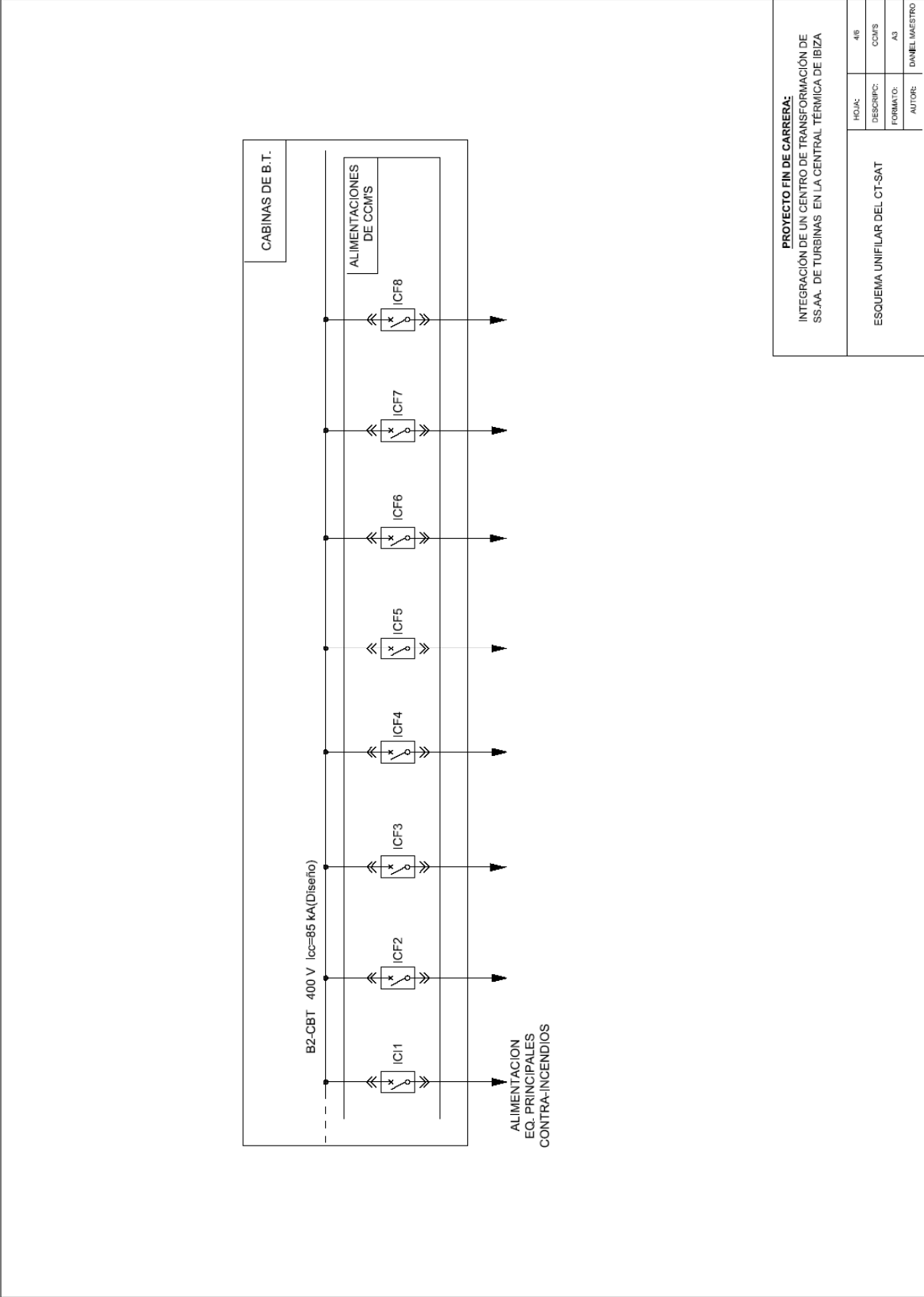
ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DE LA INSTALACIÓN (HOJA 2 DE 6)



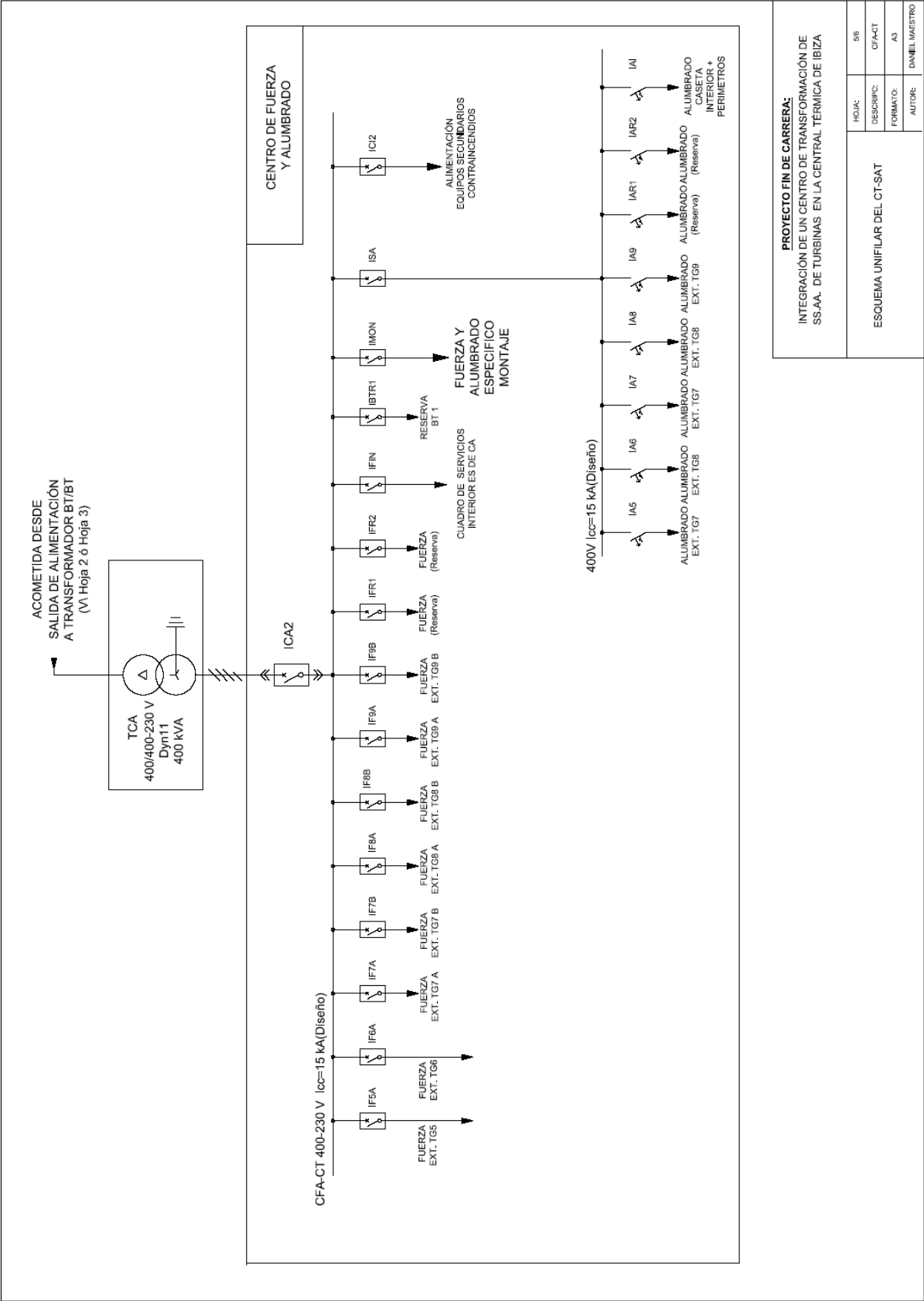
ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DE LA INSTALACIÓN (HOJA 3 DE 6)



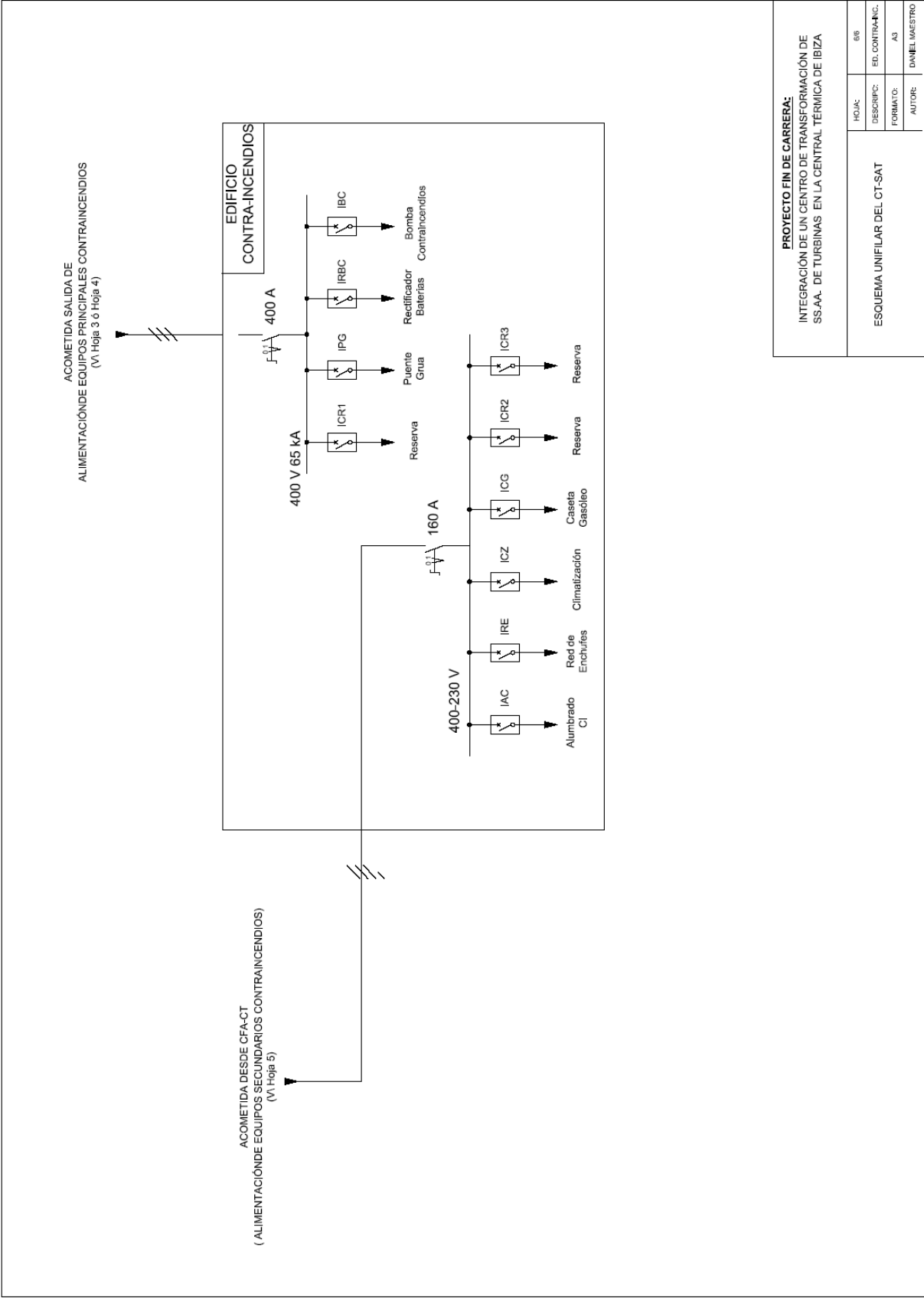
ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DE LA INSTALACIÓN (HOJA 4 DE 6)



ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DE LA INSTALACIÓN (HOJA 5 DE 6)



ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DE LA INSTALACIÓN (HOJA 6 DE 6)



12.2. Cálculos justificativos

Se adjuntan, en formato electrónico, los siguientes documentos de estudios y cálculos justificativos para el correcto dimensionamiento del Centro de Transformación de SS.AA. de turbinas:

- Criterios de diseño de los Sistemas Eléctricos.
- Estudio de consumos y dimensionamiento de los transformadores MT/BT y BT/BT.
- Estudio de Demanda de Servicios de Corriente Continua del CT-SAT.
- Cálculo de cortocircuito en el Centro de Transformación
- Cálculos de dimensionamiento de cables M.T. Centro de Transformación
- Cálculos de dimensionamiento de cables B.T. Centro de Transformación.
- Cálculo de la red de tierras Centro de Transformación
- Estudio y Flujo de cargas eléctricas del CT-SAT
- Cálculo de alumbrado del Centro de transformación.
- Cálculo de ventilación y detección de incendios del CT-SAT

PLANOS

Se adjuntan, en formato electrónico, los siguientes planos de carácter general del Centro de Transformación de SS.AA. de turbinas:

- Plano de Planta General.
- Plano de canalizaciones interiores e implantación de equipos del CT-SAT.
- Plano de Alumbrado y fuerza interior Centro de Transformación.
- Plano de Red de tierras del Centro de Transformación.
- Plano de Ventilación y detección de incendios del CT-SAT.

PLIEGO DE **CONDICIONES**

1. OBJETO

Como complemento a la MEMORIA DESCRIPTIVA de los sistemas eléctricos de que consta la Central, se incluyen aquí las condiciones y/o requisitos particulares de construcción y montaje de los equipos más importantes.

2. DISPOSICIONES GENERALES

2.1. Seguridad en el trabajo

Además de todas las pruebas e inspecciones de ejecución mencionadas en otros apartados, se mantendrá una colaboración completa con la PROPIEDAD para la adecuada aplicación de las medidas de Seguridad en todos los trabajos.

Para contribuir a esta misión, el CONTRATISTA tendrá su propia Organización de Seguridad de Obra, la cual estará en estrecha relación con la Seguridad de la PROPIEDAD

Todo el personal que el Contratista desplace a la obra y todas las herramientas y equipos, estarán cubiertos por una póliza de responsabilidad civil y otra de accidentes, acorde con el tipo de trabajos a realizar.

El Contratista aportará la documentación siguiente: Plan de Seguridad y Salud, y Programa de Vigilancia Ambiental.

Durante la ejecución de las obras se cumplirán las disposiciones de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y cuantas otras disposiciones fuesen de aplicación en esta materia.

Asimismo, se dispondrá de cuanto fuera preciso para el mantenimiento de máquinas, herramientas, material y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos con tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables, llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

Los medios de protección personal (casco, gafas, guantes, cinturones, botas, etc.), serán de empleo obligatorio, siempre que se precise eliminar o reducir los riesgos profesionales. Además de este equipo de protección personal se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado tal como banquetas o alfombras aislantes, herramientas aislantes, etc.

2.2. Condiciones facultativas legales

Las obras del proyecto además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones se regirán por:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de 12 de

Noviembre de 1982 e Instrucciones Técnicas Complementarias de 6 de Julio de 1984.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.

2.3. Condiciones para la ejecución por contrata

Además de las condiciones generales indicadas en los párrafos anteriores, para todos y cada uno de los Contratistas será obligado el cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes tanto a nivel del Estado Español como de la Comunidad Autónoma de Baleares y/o del Municipio de Ibiza.

Por la PROPIEDAD, se facilitarán las instrucciones complementarias que se precisen para las relaciones con la contrata.

3. CONDICIONES PARTICULARES DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS

Los componentes fundamentales de la Instalación Eléctrica del Centro de Transformación de SS.AA. de Turbinas se construirán de acuerdo a las siguientes ESPECIFICACIONES TECNICAS PARTICULARES, que se adjuntan como Anexo en formato electrónico junto a este Proyecto:

- Especificación de montaje eléctrico del Centro de Transformación.
- Especificación de los transformadores MT/BT del Centro de Transformación.
- Especificación técnica de los cables MT-
- Especificación técnica de Cabinas de BT y CCM.
- Especificación técnica del transformador BT/BT.
- Especificación técnica del Centro de Fuerza y Alumbrado.
- Especificación técnica de Cuadros de servicios interiores del CTSA.
- Especificación técnica del montaje de puesta a tierra.
- Especificación técnica de material de alumbrado.
- Especificación técnica de material de ventilación y detección de incendios.
- Especificación técnica de los cables de BT.
- Especificación técnica de las Bandejas, conductos y materiales de puesta a tierra.

4. CONDICIONES PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se describen en este apartado todas las actividades a realizar dentro de la Obra en sitio de montaje, dentro de la especialidad eléctrica.

4.1. Alcance del Suministro

A continuación se detallan los suministros correspondientes al montaje:

4.1.1 Material de puesta a tierra

Todo el material de puesta a tierra enterrada y aérea, correspondientes a la toma de tierra eléctrica y a la de instrumentación, tal como:

- Cable de cobre desnudo en las secciones que requiera el cálculo.
- Pletinas de cobre para los colectores de edificio eléctrico, zona de transformadores y en aquellas zonas y equipos que se requiera.
- Soldaduras aluminotérmicas y moldes.
- Jabalinas de acero - cobre.
- Cajas de registro.
- Grapas y terminales de conexión de diferentes tipos.
- Cable de cobre aislado para la toma de tierra de instrumentación.
- Materiales para la puesta a tierra de los equipos e instalaciones de protección catódica.

4.1.2 Material de tendido de cables

- Todas las bandejas portacables, incluidos los accesorios y tapas de protección.
- Todos los conduits de acero y flexibles, incluidos los accesorios y cajas de paso y derivación.
- Todos los soportes de canalizaciones de cables y armarios y cajas.
- Todas las cajas de paso, derivación y conexión.
- Todas las cajas de tomas de corriente de fuerza.
- Todos los armarios de interconexión de electricidad e instrumentación y control para recoger, en el campo, el conexionado de los instrumentos y señales por zonas.
- Todos los armarios de instrumentos.
- Todos los materiales auxiliares de montaje.
- Todos los cuadros y mandos locales.
- Suministro de pequeños materiales eléctricos para fijación, señalización y numeración de cables y conductores, terminales de presión para cables de potencia y control, prensaestopas para entradas de cables en Cajas y Armarios, y general, todos los materiales eléctricos fungibles necesarios para un correcto montaje.
- Las instalaciones de obra que precise el personal (casetas temporales de oficinas, almacén, aseos, vestuario, etc.) incluyendo el correspondiente

mantenimiento y los servicios necesarios para cumplir con las Normas Vigentes de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

4.1.3 Pruebas en el sitio

Una vez terminado el montaje se realizarán las pruebas que se indican a continuación:

- Prueba de continuidad de los conductores y del direccionamiento, punto a punto, de los mismos, de acuerdo con la documentación de interconexión.
- Prueba de megado de cables, máquinas, equipos y cuadros montados, tanto los de su suministro como los aportados por el Contratante y terceros.
- Pruebas de High-Pot a los materiales y equipos que lo requieran.
- Pruebas funcionales a los armarios de alumbrado y armarios de instrumentación.
- Pruebas de PRE-CALIBRADO de instrumentos.
- Pruebas funcionales de los circuitos de alumbrado.
- Pruebas de nivel y reparto de alumbrado de las instalaciones, edificios, y naves.
- Mediciones de la red de tierras enterrada y aérea.
- Certificados y protocolos de pruebas del fabricante.
- Mediciones de la tensión de paso y contacto.
- Pruebas de las protecciones eléctricas de la instalación.

4.1.4 Trabajos de montaje

Realización de todos los trabajos de montaje de los equipos relacionados y descritos en la memoria y de los materiales incluidos en el alcance de suministro del montaje, de acuerdo a las siguientes condiciones técnicas:

a) Equipos principales de BT del Centro de Transformación

La realización de los trabajos de montaje de los Equipos Principales del CT-SAT, los cuales se indican a continuación, se llevarán a cabo según lo establecido en el documento: Especificación de Montaje Eléctrico, anexo a este documento en formato electrónico, tal y como se comentó con anterioridad.

- Cabinas de BT
- Transformador de BT/BT
- Centro de distribución de Fuerza y alumbrado
- Cuadros de Servicios Interiores del CT-SAT
- Sistema de detección de incendios del CT-SAT
- Sistema de ventilación del CT-SAT

b) Bandejas y bajadas para cables y sus soportes

- Para la realización de estos trabajos se seguirá lo indicado en la Instrucción Técnica de Montaje de Bandejas y Bajantes para Cables de la SOCIEDAD

EXPLOTADORA DE LA CENTRAL y en la Instrucción Técnica de Soportes de Bandejas de la SOCIEDAD EXPLOTADORA DE LA CENTRAL Asimismo se considerará lo indicado en la Especificación de Montaje Eléctrico

- Las bandejas serán de tipo Escalera (en su mayor parte), construidas en acero al carbono de 2 mm de espesor, galvanizada en caliente por inmersión.
- Los soportes que se utilicen son perfiles normalizados, serán galvanizados en caliente.

c) Red de Tierras

Para la realización de estos trabajos se seguirá lo indicado en la Especificación de montaje de la red de puesta a tierra.

d) Conductos de cables y sus soportes

- Para la realización de este trabajo siguiendo en la Instrucción Técnica de Montaje de Conductos de Cables 1 de la SOCIEDAD EXPLOTADORA DE LA CENTRAL.
- Las tuberías rígidas serán de acero estirado sin soldadura según norma DIN 2440, con extremos roscados NPT según norma ASA 6.2.1, electrogalvanizado interior y exteriormente con un espesor mínimo de 35 micras e incluirán en su suministro un manguito de unión roscado y otro de PVC de protección, con recubrimiento de resina EPOXY POLIÉSTER o variante acero inox AISI 316.
- Las tuberías flexibles para salida de tubería rígida a caja, motor o periférico en general, estarán forradas de Etileno Propileno y sus accesorios serán los adecuados y de las calidades aconsejadas por el mismo fabricante de las tuberías flexibles.
- Se considerará como parte del trabajo la realización de taladros en cajas terminales, paneles, etc., y la instalación de los racores de unión correspondientes. Los taladros en chapas metálicas se limpiarán con cepillos de alambre y protegerán con pinturas según estén especificadas.
- Los soportes serán galvanizados en caliente, con un espesor mínimo de 80µ y recubiertos por RESINA EPOXY o variante inox AISI 316.

e) Tendido y conexionado de cables

- Para la realización de esta actividad será de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica para el Tendido de Cables de la SOCIEDAD EXPLOTADORA DE LA CENTRAL.
- En las acometidas inferiores a cuadros, paneles, armarios, cajas de bornas de motores, centros de distribución, y demás pasos de cables se instalarán soportes apropiados, si no estuvieran previstos, para que el peso del cable no sea soportado por las conexiones de sus conductores.

- Para la realización de estos trabajos será de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica para el Conexionado de Cables de la SOCIEDAD EXPLOTADORA DE LA CENTRAL.

f) Alumbrado y red auxiliar de fuerza

Para la realización de estos trabajos será de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica de Montaje de Aparatos de Alumbrado y Tomas de Corriente de SOCIEDAD EXPLOTADORA DE LA CENTRAL.

5. CALIDAD

Se elaborará un Plan de Calidad de obra para ampliación de la Central Diesel de Ibiza.

El Contratista deberá cumplir con la Reglamentación Legal Aplicable.

La Instalación deberá cumplir con el Reglamento de Baja Tensión y Directiva 73/23-891336 y 93168 CEE.

Todos los equipos instalados deberán cumplir con el marcado CE.

El montador será un instalador Autorizado.

El Contratista emitirá el Certificado correspondiente que legaliza la instalación.

6. RECEPCIÓN DE LA OBRA

Al término de las obras comprendidas en el Proyecto, se realizará la recepción entre la Propiedad y el Contratista.

6.1. Recepción provisional

Terminadas las obras y realizada la puesta en marcha de la Instalación, se realizarán las pruebas de recepción siguientes:

- Prueba de fiabilidad de funcionamiento, durante 720 horas
- Prueba de funcionamiento a plena carga, durante 100 horas.

Se considerarán terminadas dichas pruebas cuando se hayan alcanzado los periodos de tiempo mencionados y alcanzado los valores de garantía de la Instalación.

Al final de las pruebas se firmará el ACTA DE RECEPCIÓN PROVISIONAL, a la que se podrá anexar la lista de temas menores que pudieran quedar pendientes de solución. Temas que han de ser resueltos en un periodo máximo de 3 meses.

Tras la recepción provisional, la Planta se considerará en condiciones de operación comercial y su propiedad y riesgos pasarán a ser responsabilidad de la SOCIEDAD EXPLOTADORA DE LA CENTRAL.

6.2. Recepción definitiva

Treinta días tras la expiración del plazo de Garantía y siempre que se hayan corregido los temas pendientes en el acta de Recepción Provisional, se realizará la RECEPCIÓN DEFINITIVA, terminando con ello la implicación del Contratista en el Proyecto de la Instalación.

PRESUPUESTO

CAPÍTULO I: Transformadores MT/BT					
Nº	UNID.	CONCEPTO	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1.1	Ud	Transformadores MT/BT	2	40.000	80.000
1.2	P/A	Equipamiento auxiliar TSA's	1	2.200	2.200
TOTAL CAPITULO 1			82.200		

CAPÍTULO 2: Equipos Principales de BT del CT-SAT					
Nº	UNID.	CONCEPTO	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2.1	P/A	Conjunto Cabinas de BT	1	200.000	200.000
2.2	P/A	Transformador BT/BT	1	8.000	8.000
2.3	P/A	Centro de distribución de Fuerza y Alumbrado	1	26.000	26.000
2.4	P/A	Cuadro de Alterna de Servicios Interiores del CT-SAT	1	2.000	2.000
2.5	P/A	Cuadro de CC de Servicios Interiores del CT-SAT	1	2.000	2.000
2.6	P/A	Sistema de detección de Incendios	1	1.000	1.000
2.7	P/A	Sistema de Ventilación del CT-SAT	1	500	500
2.8	P/A	Alumbrado del CT-SAT	1	3.500	3.500
2.9	P/A	Cajas auxiliares de Fuerza	1	3.000	3.000
2.10		PLC		15.000	15.000
TOTAL CAPITULO 2			261.000		

CAPÍTULO 3: Cables de MT					
Nº	UNID.	CONCEPTO	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3.1	P/A	Cables de MT (15 kV)	1	24.000	24.000
3.2	P/A	Bandejas y Canalizaciones	1	5.000	5.000
TOTAL CAPITULO 3			29.000		

CAPÍTULO 4: Cables de BT					
Nº	UNID.	CONCEPTO	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
4.1	P/A	Cables de BT (fuerza)	1	80.000	80.000
4.2	P/A	Cables de control	1	15.000	15.000
4.3	P/A	Bandejas y Canalizaciones	1	10.000	10.000
TOTAL CAPITULO 4			105.000		

CAPÍTULO 5: Sistema de Puesta a Tierra					
Nº	UNID.	CONCEPTO	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5.1	P/A	Conductor de cobre	1	2.000	2.000
5.2	P/A	Accesorios	1	1.000	1.000
TOTAL CAPITULO 5			3.000		

CAPÍTULO 6: Equipo diverso					
Nº	UNID.	CONCEPTO	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
6.1	P/A	Control y protecciones	1	20.000	20.000
TOTAL CAPITULO 6			20.000		

CAPÍTULO 7: Ingeniería y montaje					
Nº	UNID.	CONCEPTO	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
7.1	P/A	Ingeniería	1	60.000	60.000
7.2	P/A	Montaje	1	90.000	90.000
7.3	P/A	Puesta en servicio	1	40.000	40.000
TOTAL CAPITULO 7			190.000		

CAPÍTULO 8: Varios					
Nº	UNID.	CONCEPTO	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
8.1	P/A	Permisos y licencias	1	20.000	20.000
8.2	P/A	Seguros y transportes	1	15.000	15.000
8.3	P/A	Control de Calidad	1	15.000	5.000
8.4	P/A	Seguridad	1	20.000	20.000
8.5	P/A	Dirección de proyecto y varios	1	50.000	50.000
TOTAL CAPITULO 8			100.000		

RESUMEN GENERAL DE PRECIOS	
CAPÍTULO	EUROS
Transformadores MT/BT	82.200
Equipos principales de BT DEL CT-SAT	261.000
Cables MT	29.000
Cables BT	105.000
Sistema de puesta a tierra	3.000
Equipo diverso	20.000
Ingeniería y montaje	190.000
Varios	100.000
SUMA PARCIAL EJECUCIÓN MATERIAL	790.200
Tasas visado	5.400
13% GG + 6% BI	150.138
SUMA PARCIAL ANTES DE IMPUESTOS	945.738
16% IVA	151.318
SUMA TOTAL	1.097.056

ASCIENDE EL PRESENTE PRESUPUESTO A LA CANTIDAD DE UN MILLON NOVENTA Y SIETE MIL CINCUENTA Y SEIS EUROS.

En Madrid a 15 de Octubre de 2009:

Fdo.: Daniel Maestro Juárez

ESTUDIO DE **SEGURIDAD Y SALUD**

1. OBJETO

El objeto de este documento es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

Sobre la base de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en los trabajos en las instalaciones, cuyas características están especificadas en el presente Proyecto. Todo ello se realiza para la ampliación de la Central Diesel de Ibiza mediante la nueva implantación de un Centro de Transformación, denominado CT-SAT, en el término municipal de Ibiza.

3. MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1. Aspectos generales

El Contratista acreditará ante LA PROPIEDAD, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios, de forma especial, frente a los riesgos eléctricos y de caída de altura.

La Dirección Facultativa de la Propiedad comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta para eliminarlos o minimizarlos. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

3.2. Identificación de riesgos

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajo de cada una de ellas, se indican a continuación los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

La descripción e identificación general de los riesgos indicados, amplía los contemplados en la Guía de referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la Industria Eléctrica, y es la siguiente:

3.2.1 Descripción e identificación de los riesgos

1. Caída de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón. Puede darse también por desniveles del terreno, conducciones o cables, bancadas o tapas sobresalientes del terreno, por restos de materiales varios, barro, tapas y losetas sin buen asentamiento, pequeñas zanjás y hoyos, etc.
2. Caída de personas a distinto nivel: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos en zonas elevadas en instalaciones que, en este caso por construcción, no cuenta con una protección adecuada como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc., Esta situación de riesgo está presente en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de existencia de estos riesgos lo constituyen los huecos sin protección ni señalización existente en pisos y zonas de trabajo.
3. Caída de objetos: Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajo en un nivel superior a otra zona de trabajo o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. Además, existe la posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su emplazamiento.
4. Desprendimientos, desplomes y derrumbes: Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o de parte de ellas sobre la zona de trabajo. Con esta denominación deben contemplarse la caída de escaleras portátiles, cuando no se emplean en condiciones de seguridad, el desplome de los apoyos, estructuras o andamios y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de cargas. También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjás o galerías.
5. Choques y golpes: Posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, etc. y los derivados del manejo de herramientas y maquinaria con partes en movimiento.

6. Contactos eléctricos: Posibilidad de lesiones o daño producidos por el paso de corriente por el cuerpo. En los trabajos sobre líneas de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el paso de corriente al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada. En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere. Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil puede producirse un contacto eléctrico en baja tensión
7. Arco eléctrico: Posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico. En los trabajos sobre líneas de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el arco eléctrico al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada. En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede quedar expuesto al arco eléctrico producido por un error en la maniobra o fallo de los elementos con los que opere. Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente puede producirse un arco eléctrico en baja tensión
8. Sobreesfuerzos (Carga física dinámica): Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física. En el trabajo sobre estructuras puede darse en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos el trabajo.
9. Explosiones: Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o por sobre presión de recipientes a presión.
10. Incendios: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar del trabajo.
11. Confinamiento: Posibilidad de quedarse recluso o aislado en recintos cerrados o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera del recinto. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de existencia de instalaciones de gas en las proximidades.
12. Complicaciones debidas a mordeduras, picaduras, irritaciones, sofocos, alergias, etc., provocadas por vegetales o animales, colonias de los mismos o residuos debidos a ellos y originadas por su crecimiento, presencia, estancia o

nidificación en la instalación. Igualmente los sustos o imprevistos por esta presencia, pueden provocar el inicio de otros riesgos.

En el Anexo se contemplan los riesgos en las fases de pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, como etapa común para toda obra nueva o mantenimiento y similares a los riesgos de la desconexión de una instalación a desmontar o retirar. En el citado anexo, se enumeran los riesgos específicos para esta obra.

Cuando los trabajos a realizar sean de mantenimiento, desmontaje o retirada de una instalación antigua o parte de ella, el orden de las fases puede ser diferente pero, los riesgos a considerar son similares a los de las fases de montaje. En el anexo se incorporan entre paréntesis las fases correspondientes a los trabajos de mantenimiento y desguace o desmontaje.

3.3. Medidas de prevención para evitar riesgos

En el Anexo se incluyen, junto con algunas medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación y en los documentos relacionados en el apartado “Pliego de condiciones particulares”, en el punto 4.

Por ser la presencia eléctrica un factor muy importante en la ejecución de los trabajos habituales dentro del ámbito de LA PROPIEDAD, con carácter general, se incluyen las siguientes medidas de prevención/ protección para: Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Arco eléctrico en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras:

- Formación en tema eléctrico de acuerdo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, función del trabajo a desarrollar.
- Utilización de EPI's (Equipos de Protección Individual)
- Coordinar con LA PROPIEDAD definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.
- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso. En el caso de instalaciones de LA PROPIEDAD, deben seguirse los procedimientos correspondientes.
- Aplicar las 5 Reglas de Oro, siguiendo el Permiso de Trabajo.
- Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos

Por lo que, en las referencias que hagamos en este MT con respecto a “Riesgos Eléctricos”, se sobreentiende que se deberá tener en cuenta lo expuesto en este punto.

Para los trabajos que se realicen mediante métodos de trabajo en tensión, TET, el personal debe tener la formación exigida por el R.D. 614 y la empresa debe estar autorizada por LA PROPIEDAD.

Otro riesgo que merece especial consideración es el de caída de altura, por la duración de los trabajos con exposición al mismo y la gravedad de sus consecuencias, debiendo estar el personal formado en el empleo de los distintos dispositivos a utilizar.

Asimismo deben considerarse también las medidas de prevención, coordinación y protección frente a la posible existencia de atmósferas inflamables, asfixiantes o tóxicas consecuencia de la proximidad de las instalaciones de gas.

Con carácter general deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos adecuados para la realización de los trabajos en altura con riesgo mínimo.
- Acotar o proteger las zonas de paso y evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.
- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas.

En relación con los riesgos originados por seres vivos, es conveniente la concienciación de su posible presencia basándose en las características biogeográficas del entorno, al

periodo anual, a las condiciones meteorológicas y a las posibilidades que elementos de la instalación pueden brindar (cuadros, zanjas y canalizaciones, penetraciones, etc.)

3.4. Protecciones

3.4.1 Ropa de trabajo

Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.

3.4.2 Equipos de protección

Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para LA PROPIEDAD. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

3.4.3 Equipos de Protección Individual (EPI)

- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes aislantes de la electricidad BT y AT.
- Guantes de protección mecánica.
- Pantalla contra proyecciones.
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Discriminador de baja tensión.
- Equipo contra caídas desde alturas (arnés anticaída, pértiga, cuerdas, etc.).
- Protecciones colectivas.
- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas de Alta o Baja Tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones.
- Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de estructuras y apoyos: línea de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias: redes, aros de protección.

3.4.4 Equipos de primeros auxilios

- Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista. En este botiquín debe estar visible y actualizado el teléfono de los Centros de Salud más cercanos así como el del Instituto de Herpetología, Centro de Apicultura, etc.
- Se dispondrá en obra de un medio de comunicación, teléfono o emisora, y de un cuadro con los números de los teléfonos de contacto para casos de emergencia médica o de otro tipo.

3.4.5 Equipos de protección contra incendios

- Extintores de polvo seco clase A, B, C de eficacia suficiente, según la legislación y normativa vigente.

3.5. Características generales de la obra

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

3.5.1 Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma, se deberá recoger en un Anexo específico para la obra objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud concreto.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

3.5.2 Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por LA PROPIEDAD, proporcionando los puntos de enganche necesarios. Todos los puntos de toma de corriente, incluidos los provisionales para herramientas portátiles, contarán con protección térmica y diferencial adecuada.

3.5.3 Suministro de agua potable

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc., en el caso de que esto no sea posible dispondrán de los medios necesarios (cisternas, etc.) que garantice su existencia regular desde el comienzo de la obra.

3.5.4 Servicios higiénicos

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente.

3.6. Aviso previo del comienzo de los trabajos de la Autoridad Laboral

En el Anexo se incluye un modelo genérico de Aviso Previo del comienzo de los trabajos que habrá que presentar a la Autoridad Laboral antes del inicio de los mismos, para aquellas obras con Proyecto en las que sea aplicable el Real Decreto 1627/1997.

3.7. Medidas de seguridad específicas para cada una de las fases más comunes en los trabajos a desarrollar

En el Anexo se recogen las medidas de seguridad específicas para trabajos relativos a pruebas y puesta en servicio de las diferentes instalaciones, que son similares a las de desconexión, en las que el riesgo eléctrico puede estar presente.

En el Anexo se indican los riesgos y las medidas preventivas, en cada una de las etapas de un trabajo de construcción, montaje o desmontaje, que son similares en algunas de las etapas de los trabajos de mantenimiento.

4. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

4.1. Normas Oficiales

La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y R.D. 842/2002.
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997, relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.

4.2. Normas de la Propiedad

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS.
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.

Otras Normas y Manuales Técnicos de LA PROPIEDAD que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el contratista, cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

4.3. Previsiones e informaciones útiles para trabajos posteriores

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

5. ANEXOS

5.1. Riesgos y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo

Se indican con carácter general los posibles riesgos existentes en la construcción, mantenimiento, pruebas, puesta en servicio de instalaciones, retirada, desmontaje o desguace de instalaciones y las medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos

NOTA.- Cuando alguna anotación sea específica de mantenimiento, retirada y desmontaje o desguace de instalaciones, se incluirá dentro de paréntesis, sin perjuicio de que las demás medidas indicadas sean de aplicación.

a) Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones (Anexo 1)

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
1. Pruebas y puesta en servicio (Desconexión y/o protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	-Golpes -Heridas -Caídas de objetos -Atrapamientos -Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Arco eléctrico en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras -Presencia de animales, colonias, etc.	-Ver punto 3.3 -Mantenimiento equipos y utilización de EPI's -Adecuación de las cargas -Control de maniobras Vigilancia continuada. -Prevención antes de aperturas de armarios, etc.

b) Líneas subterráneas (Anexo 2)

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
1.Acopio, carga y descarga (Acopio carga y descarga de material recuperado/ chatarra)	-Golpes -Heridas -Caídas de objetos -Atrapamientos -Presencia de animales. - Mordeduras, picaduras, sustos	-Ver punto 3.3 -Mantenimiento equipos -Utilización de EPI's -Adecuación de las cargas -Control e maniobras -Vigilancia continuada. -Revisión del entorno
2.Excavación, hormigonado y obras auxiliares	-Caídas al mismo nivel -Caídas a diferente nivel -Exposición al gas natural -Caídas de objetos -Desprendimientos -Golpes y heridas -Oculares, cuerpos extraños -Riesgos a terceros -Sobresfuerzos -Atrapamientos -Contacto Eléctrico	-Ver punto 3.3 -Orden y limpieza -Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente -Identificación de canalizaciones -Coordinación con empresa gas -Entibamiento -Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones -Utilizar fajas de protección lumbar -Control de maniobras y vigilancia continuada -Vigilancia continuada de la zona donde se está excavando
3. Izado y acondicionado de cable	Caídas desde altura Golpes y heridas Atrapamientos Caídas de objetos (Desplome o rotura del apoyo o estructura)	-Ver punto 3.3 -Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente -Control de maniobras y vigilancia continuada -(Análisis previo de las

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
		condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos)
4. Tendido, empalme y terminales de conductores (Desmontaje de conductores, empalmes y terminales)	<ul style="list-style-type: none"> -Vuelco de maquinaria -Caídas desde altura -Golpes y heridas -Atrapamientos -Caídas de objetos -Sobresfuerzos -Riesgos a terceros -Quemaduras -Ataque de animales 	<ul style="list-style-type: none"> -Ver punto 3.3 -Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las maquinas de tracción. -Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según. Normativa vigente -Control de maniobras y vigilancia continuada Utilizar fajas de protección lumbar -Vigilancia continuada y señalización de riesgos -Revisión del entorno
5. Engrapado de soportes en galerías (Desengrapado de soportes en galerías)	<ul style="list-style-type: none"> -Caídas desde altura -Golpes y heridas -Atrapamientos -Caídas de objetos -Sobresfuerzos 	<ul style="list-style-type: none"> -Ver punto 3.3 -Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente -Control de maniobras y vigilancia continuada -Utilizar fajas de protección lumbar
6. Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"> -Ver Anexo 1 -Presencia de colonias, nidos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Ver Anexo 1 -Revisión del entorno

c) Instalaciones eléctricas superficie/ subterráneos y otros usos (Anexo 3)

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos:

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
1. Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado /chatarras	<ul style="list-style-type: none"> -Golpes -Heridas -Caídas de objetos -Atrapamientos -Desprendimiento de cargas -Presencia o ataque de animales -Presencia de gases 	<ul style="list-style-type: none"> -Ver punto 3.3 -Mantenimiento equipos -Utilización de EPI's -Adecuación de las cargas -Control e maniobras -Vigilancia continuada -Revisión de elementos de elevación y transporte -Revisión del entorno
2. Excavación, hormigonado y obras auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> -Caídas al mismo nivel -Caídas a diferente nivel -Caídas de objetos -Desprendimientos -Golpes y heridas Oculares, cuerpos extraños -Riesgos a terceros -Sobresfuerzos -Atrapamientos 	<ul style="list-style-type: none"> -Ver punto 3.3 -Orden y limpieza -Prever elementos de evacuación y rescate -Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente -Entibamiento -Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones -Utilizar fajas de protección lumbar -Control de maniobras y vigilancia continuada
3. Montaje (Desguace de aparamenta en general)	<ul style="list-style-type: none"> -Caídas desde altura -Golpes y heridas -Atrapamientos 	<ul style="list-style-type: none"> -Ver punto 3.3 -Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
	-Caídas de objetos -Ataques de animales -Impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas	vigente -Control de maniobras y vigilancia continuada -Revisión del entorno
4. Transporte, conexión y desconexión de moto generadores auxiliares	-Caídas a nivel -Caídas a diferente nivel -Caídas de objetos -Riesgos a terceros -Riesgo de incendio -Riesgo eléctrico -Riesgo de accidente de tráfico	-Ver punto 3.3 -Seguir instrucciones del fabricante -Actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares. -Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente -Vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores -Empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oil. - Vehículos autorizados para ello. -Para el llenado el Grupo Electrógeno estará en situación de parada. -Dotación de equipos para extinción de incendios -Estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios -Ver Anexo 1
5. Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones)	-Ver Anexo 1	-Ver Anexo 1